



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.csd.2023.0089.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2023.0089.zh

数据 DOI:

10.57760/sciencedb.j00001.00794

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2023-04-15

开放同评: 2023-05-08

录用日期: 2023-07-16

发表日期: 2023-08-18

* 论文通信作者

周强: zhouqiang729@163.com

2020 年青藏高原 GDP 空间分布数据集

高原¹, 周强^{1,2*}, 夏兴生^{1,2}, 刘峰贵², 陈琼^{1,2}, 马明福¹, 支泽民¹,

马伟东^{1,2}

1. 青海师范大学, 地理科学学院, 西宁 810008

2. 青海师范大学, 高原科学与可持续发展研究院, 西宁 810008

摘要: 经济空间分布数据是进行灾害损失评估的重要指标之一。青藏高原地区经济相对落后, 地质灾害频发, 研究该地区灾害对经济造成的影响意义重大。本研究基于分区产业模拟的方法, 将第一产业增加值 (GDP of Primary Industry, GDP₁) 与土地利用类型、数字高程模型 (Digital Elevation Model, DEM)、村落点、道路、河流缓冲区建立对应关系, 第二三产业增加值 (GDP of Secondary and Tertiary Industries, GDP₂₃) 与多元信息耦合后的夜间灯光、建筑用地、兴趣点数据分市区与县域创建空间模型。采用随机森林确定第二三产业中各类指标的权重, 计算 GDP₂₃ 格网值, 最终将 GDP₁ 与 GDP₂₃ 栅格叠加, 构建 2020 年青藏高原 100 m×100 m 的国内生产总值 (Gross Domestic Product, GDP) 空间化分布图。利用县级 GDP 统计数据精度验证, 相对均方根误差为 0.0385, 表明数据能较好地反映青藏高原 GDP 空间分布情况。本数据可为青藏高原灾害风险评估、防灾减灾提供数据支撑。

关键词: GDP 空间化; 青藏高原; 夜间灯光; 兴趣点; 土地利用类型; 2020

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	2020 年青藏高原 GDP 空间分布数据集
数据通信作者	周强 (zhouqiang729@163.com)
数据作者	高原、周强、夏兴生、刘峰贵、陈琼、马明福、支泽民、马伟东
数据时间范围	2020 年
地理区域	青藏高原, 地理范围为 25°59'37"N–39°49'33"N, 73°29'56"E–104°40'20"E
空间分辨率	100 m
数据量	38.9 MB
数据格式	.tif
数据服务系统网址	http://dx.doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.00794
基金项目	第二次青藏高原综合科学考察研究项目 (2019QZKK0906); 国家自然科学基金项目 (42271127); 中国科学院战略性先导科技专项 (XDA20040201)。
数据库 (集) 组成	数据文件 “青藏高原GDP_2020.zip” 为 2020 年青藏高原 GDP 的栅格数据。

引言

国内生产总值 (Gross Domestic Product, GDP) 空间化是将经济统计数据根据地理环境与社会状况的不同, 把一定范围内叠加起来的统计数值基于辅助要素进行空间上的重新分配。统计年鉴中的 GDP 通常是按行政边界汇总表现^[1], 只能笼统地比较固定区域间的经济差异, 在经济损失评估时难以获取灾害对实际点、面及区域内部造成的影响^[2]。青藏高原是全国人口稀疏区, 人口、经济分布极不均衡^[3], 或集中于城市, 或分散于郊区。以往的 GDP 空间数据可以很好地模拟出 1 km×1 km 全国大尺度范围内的经济空间分布^[1,4], 而在青藏高原尺度范围内高分辨率可视化数据却较为缺少, 在此基础上无法对 GDP 进行自然灾害暴露高精度的定量评估, 因此需要有更精细的 GDP 空间化数据来反映本区域的经济分布格局。

本数据集为 2020 年青藏高原 GDP 空间分布数据, 以夜间灯光、兴趣点 (Point of Interest, POI)、土地利用为辅助数据, 采用分区与随机森林确定重要性的方式, 进行青藏高原 GDP 降尺度制图, 使 GDP 空间分布效果从县域行政单元提升到 100 m 栅格尺度。青藏高原 GDP 空间数据的建立, 可以为地区灾害风险评估提供 GDP 承灾体的数据支撑, 以期与气象、地质地貌、土地覆盖及遥感数据相结合, 开展灾害风险、防灾减灾的精细化研究。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据来源

本研究原始数据主要包括青海、西藏、甘肃、四川、新疆、云南统计数据, 夜间灯光数据, 土地利用数据, 数字高程模型 (Digital Elevation Model, DEM) 数据, 道路与河流数据, POI 数据。其中 POI 数据包提供了餐饮服务、公司企业、购物服务、金融保险、科教文化、商务住宅等类型, 且每个兴趣点都有唯一的经纬度信息。耕地、森林、草地、水体、建筑用地来自欧空局 (ESA) 土地利用数据, 村落点数据为百度地图中所提取。青藏高原 GDP 空间化分布所需原始数据信息如表 1^[5-17]所示。

表 1 青藏高原 GDP 空间化分布所需数据信息及来源

Table 1 Data information and sources for spatial distribution of GDP on the Qinghai-Tibet Plateau

数据名称	年份	分辨率	数据来源
青藏高原经济数据 GDP、第一产业增加值 (GDP of Primary Industry, GDP ₁) (农林牧渔)、第二产业增加值 (GDP of Secondary Industries, GDP ₂)、第三产业增加值 (GDP of Tertiary Industries, GDP ₃)	2020	-	2021 年各省统计年鉴 (青海、西藏、甘肃、四川、新疆、云南), 《2021 中国县域统计年鉴》
珞珈一号夜间灯光数据	2019	130 m	武汉大学 http://59.175.109.173:8888/app/login.html
土地利用数据	2020	10 m	欧空局(ESA) https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover
DEM 数据	-	30 m	美国太空总署 (NASA) 和国防部国家测绘局 (NIMA) 数据网站

数据名称	年份	分辨率	数据来源
			http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp
道路、河流数据	-	-	全国地理信息资源目录服务系统 1:100 万全国基础地理数据库 https://www.webmap.cn/
高德地图 POI 数据	2018	-	北京大学开放研究数据平台 https://doi.org/10.18170/DVN/WSXCNM
村落点	-	-	百度地图

1.2 数据制作流程

1.2.1 GDP 空间化分布制作流程图

基于地级行政区 GDP 统计数据进行经济空间化展布。青藏高原 GDP 空间化分布中利用夜间灯光、POI、土地利用（耕地、森林、草地、水体、建筑用地）3 种数据为辅助数据。第一产业农林牧渔业分别与土地利用类型中的耕地、森林、草地、水体建立对应关系，使用村落点、道路、河流为第一产业中牧业的便利条件，DEM、坡度为牧业的限制条件。第二三产业利用夜间灯光、POI、建筑用地数据分市区与县域建模，具体流程如图 1 所示。

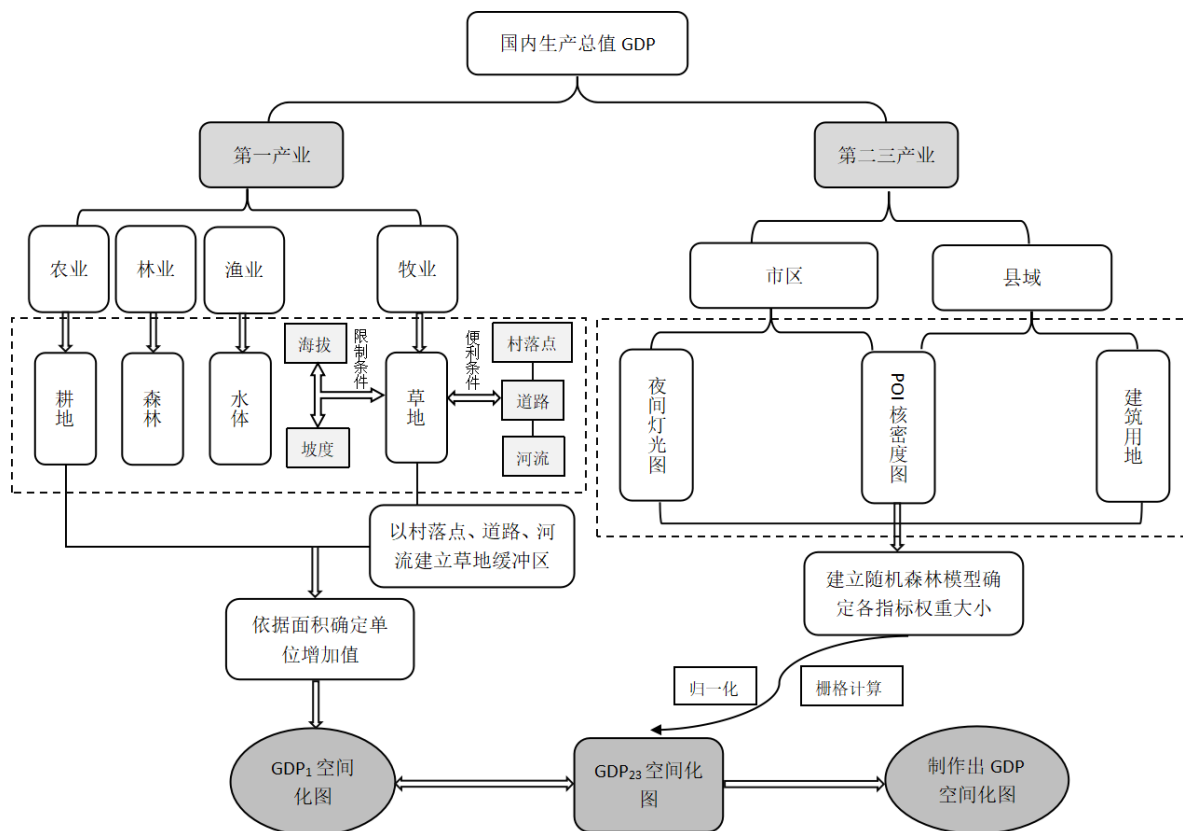


图 1 GDP 空间化分布制作流程

Figure 1 Production process of spatial distribution of GDP

1.2.2 数据预处理

数据预处理主要包括以下几个步骤：（1）对青藏高原各地级行政区 GDP 数据进行统计整理。（2）选择青藏高原市区范围夜间灯光进行掩膜提取，将夜间灯光重采样成 100 m。（3）土地利用中

的耕地、森林、草地、水体、建筑用地各类型数据重采样成 100 m。(4) 将 POI 数据按各个类型分类整理, 删除重复的兴趣点后进行核密度分析, 栅格大小为 100 m。(5) 建筑用地栅格转点之后进行核密度分析, 重采样成与其他数据相同的大小。

1.2.3 第一产业增加值空间化

第一产业中的农、林、牧、渔业分别与土地利用数据中的耕地、森林、草地、水体相对应^[18]。青藏高原农牧业占比为 95%, 林渔业占比为 5%, 为了创建符合青藏高原第一产业的实际空间分布, 需将牧业与村落点、河流、道路缓冲区内的草地面积相对应。在放牧过程中, 牧场具有一定的牧区边界, 放牧活动主要围绕村落点、河流、道路展开, 采用距离村落点、河流、道路远近量化放牧压力可以有效地表示牧业实际分布情况^[19-26]。放牧边界除受距离村落点、水源、道路远近的影响外, 还受到坡度与海拔的限制, 在坡度 $>35^\circ$, 海拔高于 4700 m 的地带因砾石含量高, 植被覆盖稀疏, 不适宜放牧及牧业生产^[27]。参考前人研究^[19-27], 本数据以坡度 $\leq 35^\circ$, 海拔低于 4700 m, 村落点缓冲半径为 4000 m, 道路缓冲半径为 5000 m, 河流缓冲半径为 1000 m 的草地作为放牧的主要范围。

对于 GDP₁ 空间化模拟, 刘杨^[28]、张德刚^[29]等人运用研究范围内各个行政区对应类型产业单位面积平均增加值与行政区中每个栅格面积的乘积计算各类型产业增加值。基于不同学者的研究, 利用如下公式统计各区中各类土地用地面积与 GDP₁ 的关系。

$$G_i = \sum_{k=1}^n (g_i \times A_{ni}) \quad (1)$$

$$\text{GDP}_1 = \sum_{i=1}^4 G_i \quad (2)$$

GDP₁ 表示第一产业的增加值, G_i ($i=1, 2, 3, 4$) 分别表示农、林、牧、渔业用地增加值。 k 表示地级行政区, A_{ni} 为第 n 个网格中第 i 种土地利用类型的面积。 g_i 指第 i 种土地类型对应的各产业单位面积增加值。

1.2.4 第二三产业增加值空间化

夜间灯光数据与第二三产业 GDP 之间有密切的关系^[30-31]。在青藏高原的市区, 二三产业增加值高, 灯光表现明显; 相较于市区, 县域二三产业增加值低, 灯光表现不明显。研究在第二三产业增加值 (GDP of Secondary and Tertiary Industries, GDP₂₃) 空间分布模拟时引入了夜间灯光、POI、建筑用地数据, 将青藏高原 GDP₂₃ 空间化分布范围与辅助指标分成两类, 一类为市区范围, 采用夜间灯光与 POI, 另一类为县域范围, 采用建筑用地与 POI。利用珞珈一号 01 星产品数据, 辐射亮度转换公式如下:

$$L = DN^{3/2} \times 10^{-10} \quad (3)$$

式中 L 为绝对辐射校正后辐射亮度值, 单位为 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m})$, DN 为图像灰度值。

将兴趣点 (POI) 进行核密度分析 (Kernel Density Estimation, KED), 通过计算搜索半径内每个点的权重值, 得出每个圆表面的权重之和, 做出格网单元密度值, 最后绘制向外辐射的圆面区域^[32]。青藏高原 GDP₂₃ 与各种类型 POI 核密度值的相关性不同, 统计该区域各省份每种类型 POI 核密度与 GDP₂₃ 统计值之间的相关关系 (图 2), 在 23 种 POI 核密度中, 删除相关性低 (低于 0.8) 的 POI 类别, 将各省相关性大于等于 0.8 的 POI 核密度归一化后进行重要性计算 (表 2)。核密度、夜间灯光归一化公式如下:

$$I = \frac{X_i - \min(X_i)}{\max(X_i) - \min(X_i)} \tag{4}$$

式中 I 表示各类指标归一化后的值， X_i 表示核密度、夜间灯光中每个栅格像素值， $\max(X_i)$ 表示所有栅格中最大像素值， $\min(X_i)$ 表示所有栅格中最小像素值。

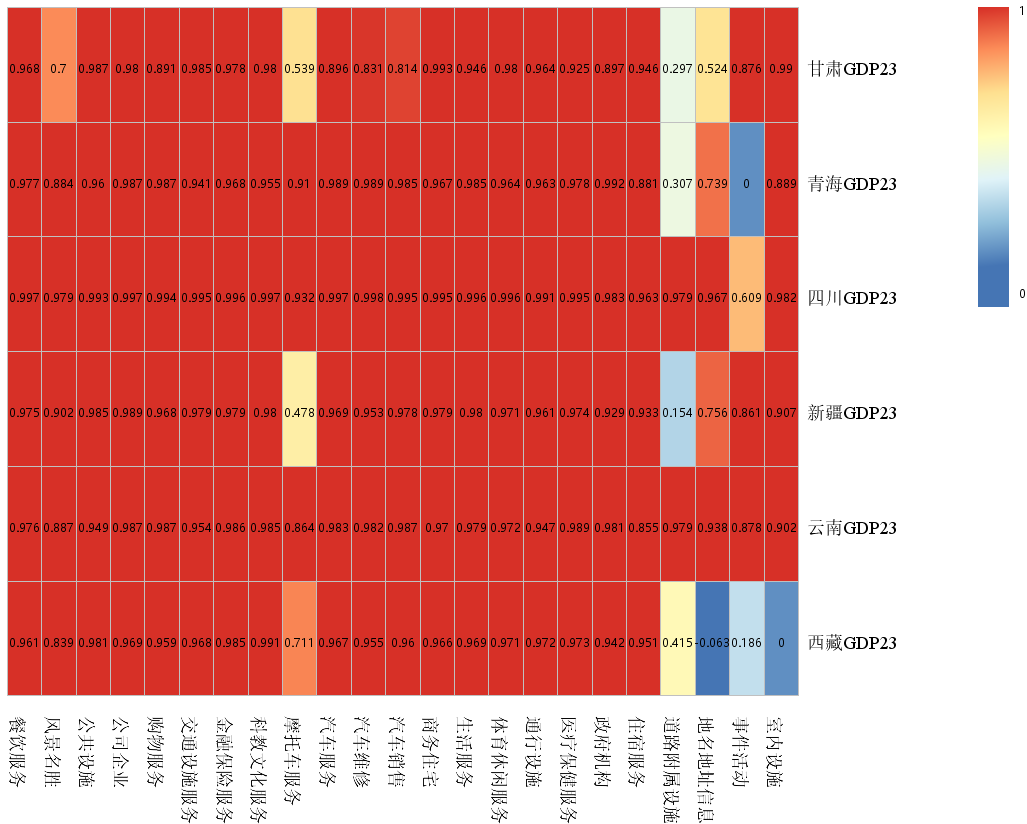


图 2 青藏高原各类型 POI 与 GDP₂₃ 相关性

Figure 2 Correlation between various types of POI and GDP₂₃ in Qinghai-Tibet Plateau

表 2 青藏高原各省份相关性大于等于 0.8 的 POI 类型

Table 2 POI types with the correlation greater than or equal to 0.8 in the provinces on the Qinghai-Tibet Plateau

省份	相关性大于等于 0.8 的 POI 类型
甘肃	餐饮服务、公共设施、公司企业、购物服务、交通设施服务、金融保险服务、科教文化服务、汽车服务、汽车维修、汽车销售、商务住宅、生活服务、体育休闲服务、通行设施、医疗保健服务、政府机构及社会团体、住宿服务、事件活动、室内设施（19 类）
青海	餐饮服务、风景名胜、公共设施、公司企业、购物服务、交通设施服务、金融保险服务、科教文化服务、摩托车服务、汽车服务、汽车维修、汽车销售、商务住宅、生活服务、体育休闲服务、通行设施、医疗保健服务、政府机构及社会团体、住宿服务、室内设施（20 类）
四川	餐饮服务、风景名胜、公共设施、公司企业、购物服务、交通设施服务、金融保险服务、科教文化服务、摩托车服务、汽车服务、汽车维修、汽车销售、商务住宅、生活服务、体育休闲服务、通行设施、医疗保健服务、政府机构及社会团体、住宿服务、道路附属设施、地名地址信息、室内设施（22 类）
新疆	餐饮服务、风景名胜、公共设施、公司企业、购物服务、交通设施服务、金融保险服务、科教文化服务、汽车服务、汽车维修、汽车销售、商务住宅、生活服务、体育休闲服务、通行设施、医疗保健服务、政府机构及社会团体、住宿服务、事件活动、室内设施（20 类）

省份	相关性大于等于 0.8 的 POI 类型
云南	餐饮服务、风景名胜、公共设施、公司企业、购物服务、交通设施服务、金融保险服务、科教文化服务、摩托车服务、汽车服务、汽车维修、汽车销售、商务住宅、生活服务、体育休闲服务、通行设施、医疗保健服务、政府机构及社会团体、住宿服务、道路附属设施、地名地址信息、事件活动、室内设施（23 类）
西藏	餐饮服务、风景名胜、公共设施、公司企业、购物服务、交通设施服务、金融保险服务、科教文化服务、汽车服务、汽车维修、汽车销售、商务住宅、生活服务、体育休闲服务、通行设施、医疗保健服务、政府机构及社会团体、住宿服务（18 类）

计算指标重要性需要用到随机森林模型，随机森林是 Breiman 提出的集成式学习算法^[33]，与传统的回归不同的是随机森林由多层决策树开发，结果由所有决策树预测结果的均值来决定^[34]，可以利用连续与分类变量，对复杂的相互作用进行建模^[35]，通过增加的均方根误差（%IncMSE）^[36]来衡量变量的重要性。在已选与 GDP₂₃ 相关性高的 POI 核密度数据基础上，分市区与县域建立夜间灯光、各种类型 POI 核密度、建筑用地核密度图层。市区各指标（归一化后的夜间灯光与各类 POI 核密度）叠加得到市区综合指标，县域各指标（归一化后的各类 POI 核密度与建筑用地核密度）叠加得到县域综合指标，综合指标计算公式如下：

$$I_c = \sum_{j=1}^k I_j \quad (5)$$

式中 I_c 为综合指标，市区范围为归一化后夜间灯光与各类 POI 核密度栅格叠加，县域范围为归一化后各类 POI 核密度与建筑用地核密度栅格叠加； I_j 为第 j 项指标归一化后的栅格值； k 为指标个数。

通过随机森林模型，计算出市区综合指标与各类 POI 核密度、夜间灯光值的重要性关系，县域综合指标与各类 POI 核密度、建筑用地核密度的重要性关系。确定各指标重要性后，代入公式计算空间模拟后的空间权重分布（即综合权重值），最后得到 GDP₂₃ 的空间模拟值，计算公式^[28]如下：

$$F_i = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_j p_{ij} \quad (6)$$

$$G_{23mn} = G_{23} \times \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n F_i} \quad (7)$$

其中 F_i 表示每个格网综合权重值； w_j 表示每项指标的重要性； p_{ij} 指第 j 项指标的第 i 个网格的像素值； k 表示指标个数； n 表示格网数量； G_{23mn} 为辅助数据空间展布后的格网第二产业单元增加值； G_{23} 为第二产业统计值。

1.2.5 线性校正

将 GDP₁ 与 GDP₂₃ 空间分布数据融合，得到青藏高原 GDP 空间分布数据。由于部分县模拟值和统计值差别较大，对相对误差大于 10% 的县级行政区进行线性校正^[29]，提高全局精度。线性校正模型如下：

$$GDP_c = GDP_i \times (GDP_s / GDP_g) \quad (8)$$

GDP_c 表示纠正后的网格 GDP 值， GDP_i 为拟合估算的每个栅格的 GDP 值， GDP_s 为对应县的 GDP 统计值， GDP_g 为对应县的 GDP 模拟值。

2 数据样本描述

将 GDP₁ 与 GDP₂₃ 栅格叠加，制作出 GDP 空间分布图，制作结果见图 3、图 4、图 5。

青藏高原 GDP 高值主要集中于东北部河湟谷地与西南部一江两河流域的市区，在市区周围分布有大范围的第一产业增加值区，且 GDP 沿道路呈树枝状向外延伸。随着海拔升高青藏高原 GDP 呈现先增加后减少的趋势（表 3），46.15% 的 GDP 分布在 2000–3000 m 海拔之间，而此区间面积占九级高度阶梯的 7.25%，3000–4000 m 海拔面积占总面积的 19.08%，GDP 占比为 35.73%。面积最广的海拔区间为 4000–5000 m，占总面积的 49.11%，而 GDP 仅为青藏高原全域的 12.22%，说明青藏高原 2000–3000 m 的海拔为人类经济生产活动最为适宜、密集的地段。在水平方向上，88.31% 的 GDP 分布于祁连-吉隆线^[3]以东，该区域占总面积的 45.08%，而 11.69% 的 GDP 分布于祁连-吉隆线以西，该区域占总面积的 54.92%。

表 3 青藏高原各海拔阶梯 GDP 占比

Table 3 Proportions of GDP at different altitudes on the Qinghai-Tibet Plateau

海拔/m	面积/%	GDP/%
380-1000	0.0136	0.0325
1000-2000	0.3058	5.4251
2000-3000	7.2487	46.1500
3000-4000	19.0843	35.7262
4000-5000	49.1065	12.2150
5000-6000	23.8194	0.4420
6000-7000	0.4172	0.0092
7000-8000	0.0045	0
8000-8848	0.0001	0

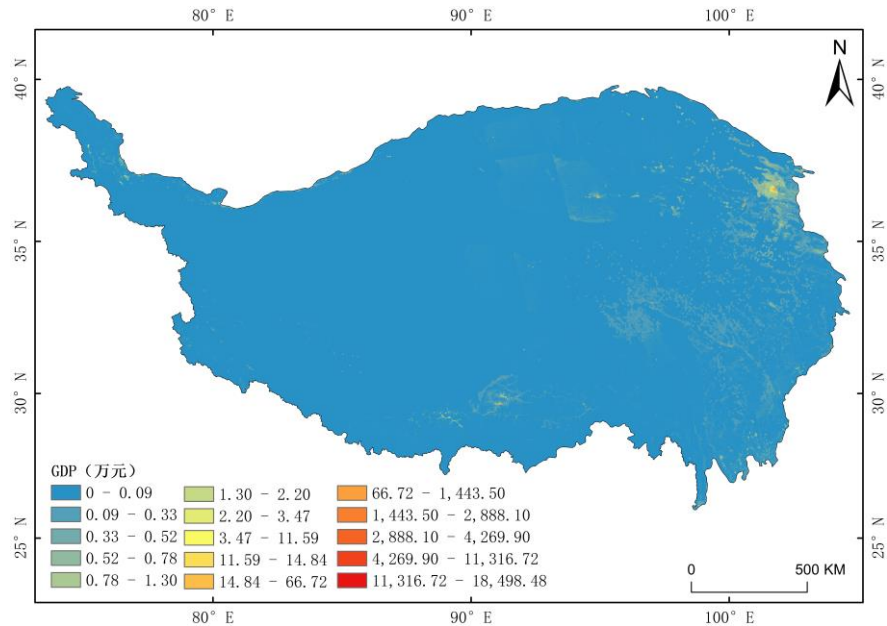


图 3 青藏高原 GDP 空间分布（2020）

Figure 3 Spatial distribution of GDP on the Qinghai-Tibet Plateau (2020)

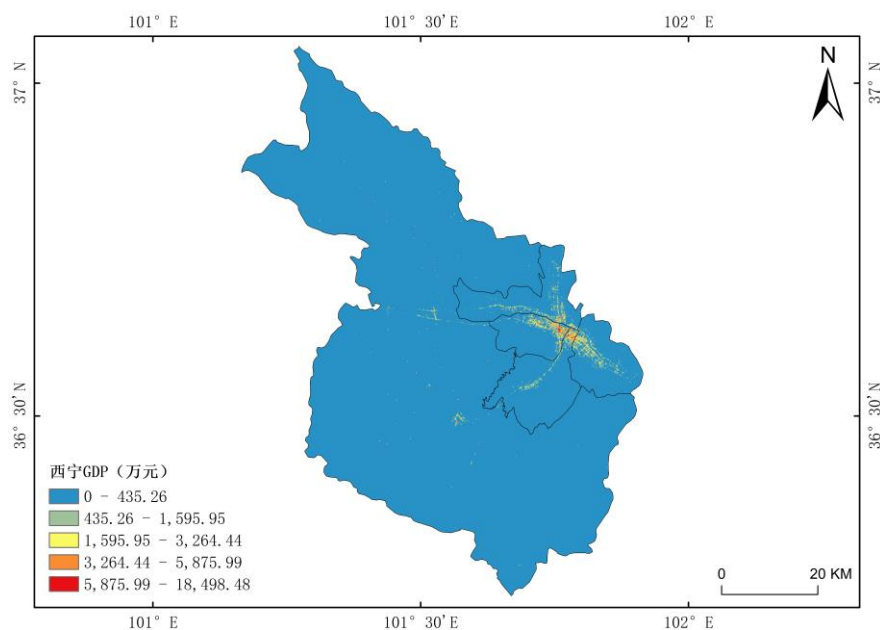


图 4 西宁 GDP 空间分布 (2020)

Figure 4 Spatial distribution of GDP in Xining (2020)

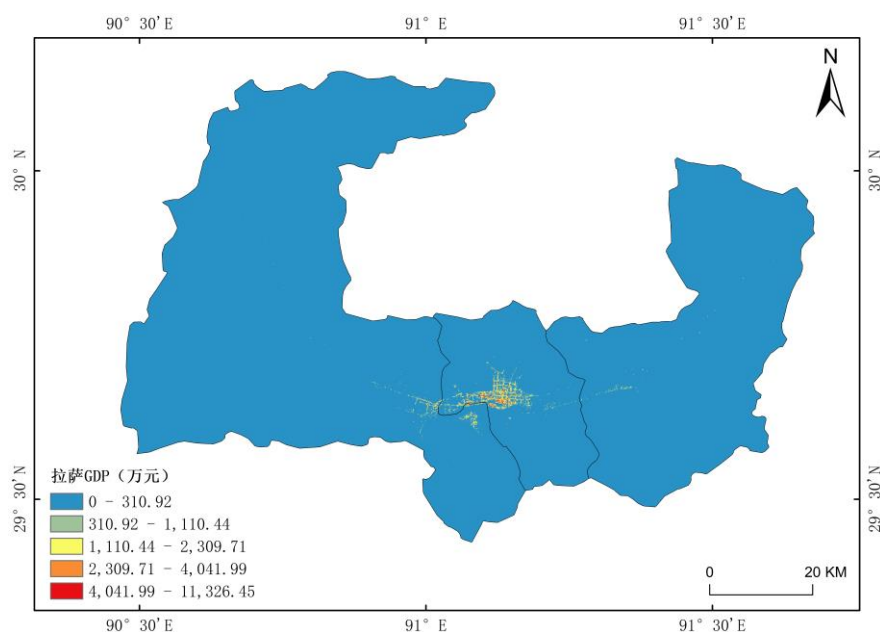


图 5 拉萨 GDP 空间分布 (2020)

Figure 5 Spatial distribution of GDP in Lhasa (2020)

3 数据质量控制和评估

3.1 质量控制

利用县级行政区 GDP 统计值与分区统计后的模拟值进行比较。计算研究结果中每个县 GDP 模拟值与统计值的相对误差 (Relative Error, RE)、平均相对误差 (Mean Relative Error, MRE) 与相对均方根误差 (Root Mean Square Error, RMSE), 用以评价 GDP 空间分布数据的质量。计算公式^[18]如下:

$$RE = \left(\frac{|GDP_c - GDP_s|}{GDP_s} \right) \times 100\% \quad (9)$$

$$MRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RE_i \quad (10)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n RE_i^2}{n}} \quad (11)$$

公式中 GDP_c 和 GDP_s 分别指 GDP 模拟值和 GDP 统计值, n 表示县级行政区个数。

3.2 质量评价

为验证 GDP 模拟结果的精度, 使用相对误差、平均相对误差与相对均方根误差来验证其准确性 (表 4)。选取位于青藏高原的 212 个县级行政区, 将县级行政区的模拟结果和统计值进行误差分析, RMSE 为 0.0385, 表明青藏高原 GDP 空间化分布数据拟合效果与精度较好。

表 4 青藏高原县级行政区 GDP 空间分布数据精度验证

Table 4 Accuracy verification of GDP spatial distribution data on the Qinghai-Tibet Plateau

县级行政区	RE/%	县级行政区	RE/%	MRE/% (212 个县)	RMSE (212 个县)
和田县	3.13	格尔木市	0.16	2.59	0.0385
洛浦县	6.62	八宿县	0.69		
皮山县	2.52	洛扎县	3.59		
莎车县	3.73	石棉县	1.83		
海晏县	6.72	临夏县	3.87		
互助县	2.79	夏河县	3.42		
尼木县	5.71	琼结县	1.40		
曲水县	0.04	仁布县	8.94		
若尔盖县	0.68	理塘县	8.89		

4 数据价值

基于多元辅助数据分区绘制了青藏高原 GDP 空间化分布图。100 m 分辨率的 GDP 空间图能更准确地分析不以行政边界分割的 GDP 分布状况, 其空间表现效果更加明显。在此基础上可以深入研究气候变化下未来青藏高原不同灾害对社会经济的损失风险评估, 为未来青藏高原承灾体暴露度及脆弱性定量评估提供参考指标。

数据作者分工职责

高原 (1999—), 男, 甘肃省定西市人, 硕士研究生, 研究方向为自然地理综合研究。主要承担工作: 数据整理、处理及制作, 数据论文撰写。

周强 (1971—), 男, 陕西省临潼人, 硕士生导师, 教授, 研究方向为土地资源与环境变化研究。主要承担工作: 数据集的开发提出总体框架。

夏兴生 (1989—), 男, 甘肃省庆阳市人, 硕士生导师, 副教授, 研究方向为资源环境遥感应用。主要承担工作: 方案框架调整。

刘峰贵（1966—），男，青海省门源县人，博士生导师，教授，研究方向为青藏高原区域地理研究。

主要承担工作：方案框架调整。

陈琼（1975—），女，浙江省诸暨市人，硕士生导师，教授，研究方向为土地科学及人地关系研究。

主要承担工作：方案框架调整。

马明福（1986—），男，青海省门源县人，硕士研究生，研究方向为自然地理综合研究。主要承担工作：辅助收集数据。

支泽民（1994—），男，山西省朔州市人，博士研究生，研究方向为土地科学及灾害风险科学研究。

主要承担工作：数据制作思路。

马伟东（1994—），男，青海省民和县人，博士，讲师，研究方向为自然地理与灾害综合研究。主要承担工作：数据制作思路。

参考文献

- [1] 韩向娣, 周艺, 王世新, 等. 基于夜间灯光和土地利用数据的 GDP 空间化[J]. 遥感技术与应用, 2012, 27(3): 396–405. DOI: 10.3321/j.issn: 0375-5444.2009.12.001. [HAN X D, ZHOU Y, WANG S X, et al. GDP spatialization in China based on DMSP/OLS data and land use data[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2012, 27(3): 396–405. DOI: 10.3321/j.issn: 0375-5444.2009.12.001.]
- [2] 郭红翔, 朱文泉. 社会经济统计数据空间化研究进展[J]. 地理学报, 2022, 77(10): 2650–2667. DOI: 10.11821/dlxb202210015. [GUO H X, ZHU W Q. A review on the spatial disaggregation of socioeconomic statistical data[J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(10): 2650–2667. DOI: 10.11821/dlxb202210015.]
- [3] 戚伟, 刘盛和, 周亮. 青藏高原人口地域分异规律及“胡焕庸线”思想应用[J]. 地理学报, 2020, 75(2): 255–267. DOI: 10.11821/dlxb202002004. [QI W, LIU S H, ZHOU L. Regional differentiation of population in Tibetan Plateau: insight from the “Hu Line”[J]. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(2): 255–267. DOI: 10.11821/dlxb202002004.]
- [4] 黄耀欢, 江东, 付晶莹. 中国公里网格 GDP 分布数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志(中英文), 2014. DOI: 10.3974/geodb.2014.01.07.V1. [HUANG Yaohuan, JIANG Dong, FU Jingying. 1 km Grid GDP Data of China (2005, 2010)[J/DB/OL]. Digital Journal of Global Change Data Repository, 2014. DOI: 10.3974/geodb.2014.01.07.V1.]
- [5] 青海省统计局. 青海统计年鉴-2021[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021. [Qinghai province bureau of statistics. Qinghai statistical yearbook. No.37[M]. Beijing: China Statistics Press, 2021.]
- [6] 西藏自治区统计局. 西藏统计年鉴-2021[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021. [Tibet autonomous region statistics bureau. Tibet statistical yearbook. No.33[M]. Beijing: China Statistics Press, 2021.]
- [7] 甘肃省统计局. 甘肃发展年鉴-2021[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021. [Gansu province bureau of statistics. Gansu development yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2021.]
- [8] 四川省统计局. 四川统计年鉴-2021[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021. [Sichuan province bureau of statistics. Sichuan statistical yearbook. No.39[M]. Beijing: China Statistics Press, 2021.]
- [9] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴-2021[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021. [Statistics bureau of Xinjiang uygur autonomous region. Xinjiang statistical yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2021.]

- [10] 云南省统计局. 云南统计年鉴-2021[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021. [Yunnan province bureau of statistics. Yunnan statistical yearbook. No.37[M]. Beijing: China Statistics Press, 2021.]
- [11] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国县域统计年鉴-2021-县市卷[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021. [Rural socio-economic survey department, national bureau of statistics. China statistical yearbook(County-level)[M]. Beijing: China Statistics Press, 2021.]
- [12] ESA. WorldCover 10 m 2021[EB/OL]. (2021-10-28). [2023-3-20]. <https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover>.
- [13] NASA, NIMA. NASA SRTM1 v3.0[EB/OL]. (2003). [2023-3-20]. <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>.
- [14] 武汉大学. 珞珈一号 01 星夜间灯光 [EB/OL]. (2018-10-25). [2023-3-20]. <http://59.175.109.173:8888/app/login.html>. [Wuhan University. The night light of Luojia No.1 01 Star[EB/OL]. (2018-10-25). [2023-3-20]. <http://59.175.109.173:8888/app/login.html>.]
- [15] 自然资源部. 全国地理信息资源目录服务系统 [EB/OL]. (2021). [2023-3-20]. <https://www.webmap.cn/>. [Ministry of Natural Resources. National Catalogue Service For Geographic Information[EB/OL]. (2021). [2023-3-20]. <https://www.webmap.cn/>.]
- [16] 北京大学开放研究数据平台. 国家信息中心, 2017, 高德地图兴趣点 POI (Point of Interest) 数据 [EB/OL]. (2018-9-30). [2023-3-20]. <https://doi.org/10.18170/DVN/WSXCNM> [Peking University Open Research Data. National information center, 2017, POI (Point of Interest) data of Gaode map [EB/OL]. (2018-9-30). [2023-3-20]. <https://doi.org/10.18170/DVN/WSXCNM>]
- [17] 百度地图. 百度地图 POI [EB/OL]. (2005-9). [2023-3-20]. <http://lbsyun.baidu.com/>. [Baidu map. Baidu map POI[EB/OL]. (2005-9). [2023-3-20]. <http://lbsyun.baidu.com/>]
- [18] 张爱华, 潘耀忠, 明艳芳, 等. 多源信息耦合的 GDP 空间化研究—以北京市为例[J]. 遥感技术与应用, 2021, 36(2): 463–472. DOI: 10.11873/j.issn.1004-0323.2021.2.0463. [ZHANG A H, PAN Y Z, MING Y F, et al. Research of GDP spatialization based on multi-source information coupling: a case study in Beijing[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2021, 36(2): 463–472. DOI: 10.11873/j.issn.1004-0323.2021.2.0463.]
- [19] 任继周. 放牧, 草原生态系统存在的基本方式: 兼论放牧的转型[J]. 自然资源学报, 2012, 27(8): 1259–1275. [REN J. Grazing, the basic form of grassland ecosystem and its transformation[J]. Journal of Natural Resources, 2012, 27(8): 1259–1275.]
- [20] 陈海军, 王明玖, 韩国栋, 等. 不同强度放牧对贝加尔针茅草原土壤微生物和土壤呼吸的影响 [J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(4): 165–169. DOI: 10.3969/j.issn.1003-7578.2008.04.031. [CHEN H J, WANG M J, HAN G D, et al. Effect of different grazing intensities on soil respiration and soil microorganism in *Stipa baicalensis* steppe[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2008, 22(4): 165–169. DOI: 10.3969/j.issn.1003-7578.2008.04.031.]
- [21] 魏兴琥, 杨萍, 李森, 等. 超载放牧与那曲地区高山嵩草草甸植被退化及其退化指标的探讨[J]. 草业学报, 2005, 14(3): 41–49. DOI: 10.3321/j.issn: 1004-5759.2005.03.006. [WEI X H, YANG P, LI S, et al. Effects of over-grazing on vegetation degradation of the *Kobresia pygmaea* meadow and determination of degenerative index in the Naqu Prefecture of Tibet[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2005, 14(3): 41–49. DOI: 10.3321/j.issn: 1004-5759.2005.03.006.]

- [22] RIVERO M J, GRAU-CAMPANARIO P, MULLAN S, et al. Factors affecting site use preference of grazing cattle studied from 2000 to 2020 through GPS tracking: a review[J]. *Sensors* (Basel, Switzerland), 2021, 21(8): 2696. DOI: 10.3390/s21082696.
- [23] 范国艳, 张静妮, 张永生, 等. 放牧对贝加尔针茅草原植被根系分布和土壤理化特征的影响[J]. *生态学杂志*, 2010, 29(9): 1715–1721. [FAN G Y, ZHANG J N, ZHANG Y S, et al. Effects of grazing on plant root distribution and soil physicochemical properties in *Stipa baicalensis* grassland[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2010, 29(9): 1715–1721.]
- [24] 王向涛, 张世虎, 陈懂懂, 等. 不同放牧强度下高寒草甸植被特征和土壤养分变化研究[J]. *草地学报*, 2010, 18(4): 510–516. DOI: 10.11733/j.issn.1007-0435.2010.04.006. [WANG X T, ZHANG S H, CHEN D D, et al. The effects of natural grazing intensity on plant community and soil nutrients in alpine meadow[J]. *Acta Agrestis Sinica*, 2010, 18(4): 510–516. DOI: 10.11733/j.issn.1007-0435.2010.04.006.]
- [25] 刘林山. 基于跟踪实验的放牧活动与高寒草地退化关系初探[D]. 中国科学院地理科学与资源研究所, 2008. [LIU L S. Preliminary study on the relationship between grazing activities and alpine grassland degradation based on tracking experiments[D]. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, 2008.]
- [26] 文雯, 周丁扬, 李广泳, 等. 基于牧民放牧行为的青海湖流域放牧路线研究: 以刚察县为例[J]. *干旱区资源与环境*, 2016, 30(7): 95–100. [WEN W, ZHOU D Y, LI G Y, et al. The research on grazing routes in Qinghai Lake watershed based on the grazing behavior of herdsmen—a case of Gangcha County[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2016, 30(7): 95–100.]
- [27] 胡晓阳, 王兆锋, 张镔铨, 等. 青藏高原放牧强度空间化方法与应用[J]. *地理学报*, 2022, 77(3): 547–558. DOI: 10.11821/dlxb202203004. [HU X Y, WANG Z F, ZHANG Y L, et al. Spatialization method of grazing intensity and its application in Tibetan Plateau[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(3): 547–558. DOI: 10.11821/dlxb202203004.]
- [28] 刘杨, 李宏伟, 杨斌程, 等. 基于遥感数据和 POI 数据的 GDP 空间化研究: 以北京市为例[J]. *地域研究与开发*, 2021, 40(2): 27–32, 39. DOI: 10.3969/j.issn.1003-2363.2021.02.005. [LIU Y, LI H W, YANG B C, et al. Spatialization of GDP based on remote sensing data and POI data: a case study of Beijing city[J]. *Areal Research and Development*, 2021, 40(2): 27–32, 39. DOI: 10.3969/j.issn.1003-2363.2021.02.005.]
- [29] 张德刚, 程博, 陈金奋, 等. 2012—2020 年海南岛 500m 分辨率 GDP 空间分布数据集[J/OL]. *中国科学数据*, 2022, 7(4). (2022-12-14). DOI: 10.11922/11-6035.noda.2022.0012.zh. [ZHANG D G, CHENG B, CHEN J F, et al. A spatial distribution dataset for GDP in Hainan Island at 500m from 2012 to 2020[J/OL]. *China Scientific Data*, 2022, 7(4). (2022-12-14). DOI: 10.11922/11-6035.noda.2022.0012.zh.]
- [30] 王俊华, 张廷斌, 易桂花, 等. DMSP/OLS 夜间灯光数据的四川省 GDP 空间化分析[J]. *测绘科学*, 2019, 44(8): 50–60. DOI: 10.16251/j.cnki.1009-2307.2019.08.008. [WANG J H, ZHANG T B, YI G H, et al. GDP spatialization analysis of Sichuan Province based on DMSP/OLS nighttime light data[J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2019, 44(8): 50–60. DOI: 10.16251/j.cnki.1009-2307.2019.08.008.]
- [31] 王正, 贾公旭, 张清凌, 等. COVID-19 疫情背景下 2020 年第一季度广东省二、三产业 GDP 空间分布变化分析[J]. *自然资源遥感*, 2021(3): 184–193. [WANG Z, JIA G X, ZHANG Q L, et al. Impacts of COVID-19 epidemic on the spatial distribution of GDP contributed by secondary and tertiary industries

in Guangdong Province in the first quarter of 2020[J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2021(3): 184–193.]

[32] 王爽, 李炯. 基于城市网络空间的 POI 分布密度分析及可视化[J]. 城市勘测, 2015(1): 21–25. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8262.2015.01.007. [WANG S, LI J. Analysis and visualization of POI distribution density based on urban network space[J]. Urban Geotechnical Investigation & Surveying, 2015(1): 21–25. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8262.2015.01.007.]

[33] BREIMAN L. Random forests[J]. Machine Learning, 2001, 45(1): 5–32. DOI: 10.1023/A:1010933404324.

[34] 谢甫, 孙建国, 于明雪, 等. 基于珞珈一号和随机森林的兰州市 GDP 空间化[J]. 遥感信息, 2022, 37(2): 53–59. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3177.2022.02.007. [XIE F, SUN J G, YU M X, et al. Spatialization of GDP in Lanzhou based on LJ1-01 and random forest[J]. Remote Sensing Information, 2022, 37(2): 53–59. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3177.2022.02.007.]

[35] Hastie, T, Tibshirani, R, Friedman, J. The Elements of Statistical Learning[M/OL]. New York: Springer New York, NY, 2009. [2023-03-20]. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-84858-7>.

[36] LIAW A, WIENER M. Classification and regression by RandomForest[J]. R News, 2002: RN-2002-022.

论文引用格式

高原, 周强, 夏兴生, 等. 2020 年青藏高原 GDP 空间分布数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2023, 8(3). (2023-08-18). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2023.0089.zh.

数据引用格式

高原, 周强, 夏兴生, 等. 2020 年青藏高原 GDP 空间分布数据集[DS/OL]. Science Data Bank, 2023. (2023-04-21). DOI: 10.57760/sciencedb.j00001.00794.

A dataset of GDP spatial distribution on the Qinghai-Tibet Plateau (2020)

GAO Yuan¹, ZHOU Qiang^{1,2*}, XIA Xingsheng^{1,2}, LIU Fenggui², CHEN Qiong^{1,2},
MA Mingfu¹, ZHI Zemin¹, MA Weidong^{1,2}

1. School of Geographic Science, Qinghai Normal University, Xining 810008, P. R. China

2. Academy of Plateau Science and Sustainability, Qinghai Normal University, Xining 810008, P. R. China

*Email: zhouqiang729@163.com

Abstract: Economic spatial distribution data serve as an indicator for disaster loss assessment. The economy of the Qinghai-Tibet Plateau is relatively backward and geological disasters occur frequently, so it is of great significance to study the impact of disasters on the economy in this area. Based on the method of zoning and industry simulation, this study establishes the corresponding relationship between the GDP₁ (GDP of Primary Industry) and land use types, DEM (Digital Elevation Model), village points, roads and river buffers. Spatial

models of night lighting, building site and points of interest data after the coupling of the GDP₂₃ (GDP of Secondary and Tertiary Industries) and multiple information are established in urban areas and counties. We used the random forest to determine the weights of various indicators in the secondary and tertiary industries, and calculated the grid value of GDP₂₃. Finally, we superimposed the grid of GDP₁ and GDP₂₃ and created the spatial distribution map of GDP (Gross Domestic Product) of 100 m×100 m on the Qinghai-Tibet Plateau in 2020. According to the accuracy verification using county-level GDP statistical data, the Root Mean Square Error is 0.0385, which shows that the data can better reflect the spatial distribution of GDP on the Qinghai-Tibet Plateau. This dataset can provide GDP spatial data support for disaster risk assessment, disaster prevention and mitigation on the Qinghai-Tibet Plateau.

Keywords: spatialization of GDP; Qinghai-Tibet Plateau; night lighting; points of interest; land use type; 2020

Dataset Profile

Title	A dataset of GDP spatial distribution on the Qinghai-Tibet Plateau (2020)
Data corresponding author	ZHOU Qiang (zhouqiang729@163.com)
Data author(s)	GAO Yuan, ZHOU Qiang, XIA Xingsheng, LIU Fenggui, CHEN Qiong, MA Mingfu, ZHI Zemin, MA Weidong
Time range	2020
Geographical scope	Qinghai-Tibet Plateau (25°59'37"–39°49'33"N, 73°29'56"–104°40'20"E)
Spatial resolution	100 m
Data volume	38.9 MB
Data format	.tif
Data service system	http://dx.doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.00794
Source(s) of funding	The Second Qinghai-Tibet Plateau Scientific Expedition and Research Program (2019QZKK0906); National Natural Science Foundation of China (42271127); Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences (XDA20040201).
Dataset composition	The data file GDP of Qinghai-Tibet Plateau_2020.zip contains the raster data of GDP on the Qinghai-Tibet Plateau in 2020.