

气候变化对西藏谷物单产影响数据集 (1993–2017) 的研发与内容

丁锐^{1,2}, 史文娇^{1,2*}

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 中国科学院陆地表层格局与模拟院重点实验室, 北京 100101;
2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049

摘要: 西藏作为一个气候条件相对极端和生态较为脆弱的地区, 减缓气候变化对当地农业生产造成的负面影响有助于保障高原生态安全与粮食安全。本数据集基于气候站点数据和统计年鉴数据, 使用3类统计模型, 分析了1993–2017年间气候变化(最低气温、降水量、生长期日和太阳辐射)对西藏县(区)级谷物单产的影响。结果表明1993–2017年气候变化对于西藏谷物单产总体为正相关影响, 平均影响为2.39%。数据集覆盖西藏7个地级行政单元、63个县级行政单元。数据集包括:(1)1993–2017年西藏地级行政单位谷物单产;(2)1993–2017年西藏县级尺度谷物单产;(3)1993–2017年西藏地级行政单位谷物生长季最低气温、累计降水、生长期日和累计太阳辐射;(4)1993–2017年气候变化对西藏县级尺度谷物单产的影响百分比。数据集存储为.xlsx和.shp格式, 由7个数据文件组成, 数据量为7.99 MB(压缩为1个文件, 2.62 MB)。

关键词: 西藏; 谷物; 单位产量; 气候变化; 县级尺度

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.01.01>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.01.01>

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.2022.02.02.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2022.02.02.V1>.

1 前言

气候变化是目前全球共同关注的问题, 是可持续发展道路上所面临的巨大挑战。青藏高原地区对于气候变化响应尤为敏感^[1], 被称为北半球气候变化的“感应器”^[2]。气候变暖、降水变异的加剧和极端天气频率增加, 将对农业生产造成严重影响, 甚至危及粮食安全^[3,4]。谷类作物是西藏地区的主要农作物, 其中青稞更是该地区最重要的粮食作物^[5]。研究谷物

收稿日期: 2022-02-14; 修订日期: 2022-08-11; 出版日期: 2023-03-25

基金项目: 中国科学院(XDA20040301, XDA20010202, XDA23100202, 2018071)

*通讯作者: 史文娇 S-3255-2018, 中国科学院地理科学与资源研究所, shiwj@lreis.ac.cn

数据引用方式: [1] 丁锐, 史文娇. 气候变化对西藏谷物单产影响数据集(1993–2017)的研发与内容[J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(1): 1–7. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.01.01>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.01.01>.

[2] 丁锐, 史文娇. 西藏气候变化对谷物单产影响数据集(1993–2017) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2022. <https://doi.org/10.3974/geodb.2022.02.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2022.02.02.V1>.

产量受气候变化的影响一定程度上可反映西藏整体粮食产量对气候变化的响应。分析粮食单产与温度、降水和太阳辐射等气象指标之间的相关关系,可帮助分析特定气候要素同作物单产之间的关联程度。

定量分析气候变化对西藏谷物单产的影响,有助于应对高原农业生态系统变化和制定合理的农业政策。青藏高原气候条件特殊、生态环境脆弱^[6-8],积极应对气候变化、降低其负面影响,对于高原粮食安全、生态安全和可持续发展具有重要意义。本数据集基于1993–2017年西藏谷物单产统计数据 and 气象数据,分析1993–2017年间气候变化(最低气温、降水量、生长期日和太阳辐射)对西藏谷物单产的影响,旨在为西藏应对气候变化和实施具有空间针对性的农业适应措施提供数据支撑和参考。

2 数据集元数据简介

《西藏气候变化对谷物单产影响数据集(1993–2017)》^[9]元数据见表1。

3 数据研发方法

研究区内统计数据包括1993–2017年西藏63个县级谷物产量和播种面积,来自《西藏统计年鉴(1993–2017)》。数据准备过程中剔除了统计数据中的异常值,使用相邻年份均值完成缺失值数据补充。1993–2017年气象数据来自于资源环境科学数据中心,具体指标包括平均气温、最高气温、最低气温、降水量、日照时数等。气象指标计算时段为西藏谷物生长季(4–8月),并运用ANUSPLIN插值软件进行空间插值,最后根据耕地范围进行县级气象指标提取。

3.1 算法原理

基于1993–2017年西藏县(区)级谷物产量和谷物播种面积数据,将二者的比值作为每个县(区)的谷物单产。使用气象站点数据和ANUSPLIN插值,计算每个县(区)级的气象指标。根据气象指标和谷物单产的皮尔逊相关性,选取最低气温、降水量、生长期日和太阳辐射四个气象指标纳入模型分析。最后,结合选取的固定效应模型、差分模型和线性去趋势模型三类统计模型,计算和分析1993–2017年间气候变化对西藏谷物单产的影响。

3.2 技术路线

作者采用站点1993–2017年的县级统计数据和气象数据集研发,步骤如下(图1):

(1)对气象站点日值数据进行数据清洗与整理,剔除异常值后计算气象指标。从西藏统计年鉴中提取有关字段,进行数据清洗与处理后计算县级谷物单产。将气象数据和单产数据按县进行连接,构成实验所需的基础数据集。

(2)将整理好的气象指标,按谷物生长季范围计算出年度数值,再利用ANUSPLIN气象插值软件进行插值,插值后提取每个县域耕地范围内的气象指标。将县域耕地范围内谷物生长季气象指标与县级单产联合构成面板数据,并对气候指标和产量数据进行描述性分析。

(3)计算气候因子与谷物单产的相关性,根据相关性和实际经验判断,选取构建模型

表 1 《西藏气候变化对谷物单产影响数据集（1993–2017）》元数据简表

条目	描述		
数据集名称	西藏气候变化对谷物单产影响数据集（1993–2017）		
数据集短名	YieldClimateTibet1993-2017		
作者信息	丁锐, 中国科学院地理科学与资源研究所, dingrui_1998@163.com 史文娇 S-3255-2018, 中国科学院地理科学与资源研究所, shiwj@lreis.ac.cn		
地理区域	西藏自治区 63 个县级行政区		
数据年代	1993–2017		
时间分辨率	年	空间分辨率	县级
数据格式	.xlsx、dbf、.prj、.sbn、.shp、.shx、.xml、.kml		
数据量	7.99 MB（压缩后 2.62 MB）		
数据集组成	数据集由 7 个文件组成, 其中表格数据包括 7 个 Sheet 表, 包括 1993–2017 年西藏地级行政单位和县级尺度谷物单产, 1993–2017 年西藏地级行政单位谷物生长季最低气温、生长季累计降水量、生长季生长期日、生长季累计太阳辐射, 1993–2017 年气候变化对西藏县级尺度谷物单产的影响百分比		
基金项目	中国科学院（XDA20040301, XDA20010202, XDA23100202, 2018071）		
数据计算环境	Microsoft Excel 2016; 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	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 ^[10]		
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS		

的气象指标。

（4）将选取的气象指标与谷物单产数据输入统计模型（固定效应模型、差分模型系列和线性去趋势模型系列），计算不同气候因子对谷物单产的影响，定量分析总体气候趋势对西藏谷物单产的百分比影响。

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

- 数据集内.xlsx 文件包括 7 个数据表，其中：
- （1）Sheet-1 为 1993–2017 年西藏地级行政单位谷物单产；
 - （2）Sheet-2 为 1993–2017 年西藏县级尺度谷物单产；
 - （3）Sheet-3 至 Sheet-6 为 1993–2017 年西藏地级行政单位谷物生长季最低气温、累计降水

量、生长期日和累计太阳辐射；

(4) Sheet-7 为 1993–2017 年气候变化对西藏县级尺度谷物单产的影响百分比。

数据集内.shp 文件为研究区县级行政区矢量界限。

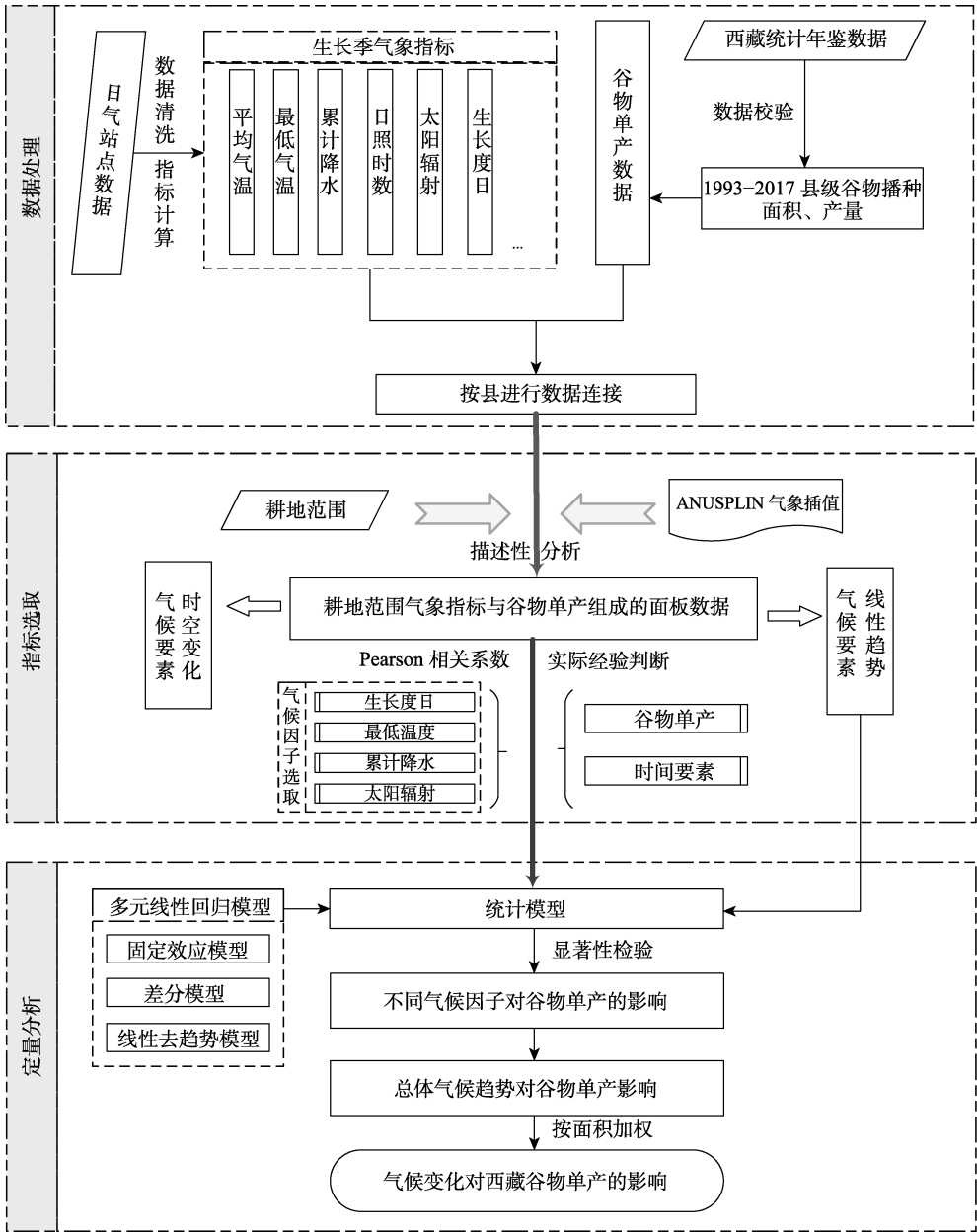


图 1 数据集研发技术路线流程图

4.2 数据结果

4.2.1 西藏谷物单产状况

西藏自治区谷物播种面积前三的市分别为拉萨、日喀则和昌都，虽然山南播种面积略高于林芝，但产量却比林芝少。谷物播种面积最小的市级单位为那曲和阿里，这两个地区地处

偏远位置,整体农业条件较差。谷物产量中,拉萨的占比最高,为29%,其次是日喀则、昌都、山南、林芝,那曲和阿里的谷物产量占比较小。谷物产量最高的拉萨和日喀则占了自治区谷物产量的一半以上,可见西藏自治区市与市之间的农业差距十分巨大。西藏整体谷物总面积呈微弱下降趋势,但范围大致稳定在1.6万–1.8万 hm^2 范围内。从1994年至上世纪末西藏谷物播种面积逐年上升,于2000年到达历史最高值1.82万 hm^2 ,但在2000–2005年又出现下降,随后几年基本稳定在1.55万 hm^2 左右,2012年至2017年期间又出现上升趋势。西藏谷物产量总体呈上升趋势,从1993年的6.29万t上升至2017年的9.27万t。

在西藏各市谷物单产对比中,拉萨和山南谷物单产最高,但拉萨近年有下降的趋势,而山南则基本维持增长的总体趋势。山南于2011年后谷物单产超过拉萨,成为自治区单产最高的市级行政单位。日喀则、林芝和昌都谷物单产次之,那曲和阿里最低。西藏大部分县谷物单产在3–4 $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 左右,各县谷物单产呈上升趋势。西藏自治区复杂的地理环境和各区县管理因素和发展水平差异导致各区县谷物单产差距明显。2017年日喀则市江孜县谷物单产最高,为9.38 $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$,那曲市巴青县谷物单产最低,为2.02 $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。2017年西藏自治区有31个县(区)谷物单产超过5 $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$,占比49%。

4.2.2 西藏谷物生长气候指标状况

西藏各市的平均气温均呈波动上升趋势(图2a),林芝、阿里和拉萨气温最高,昌都、山南次之,日喀则和那曲平均气温最低。林芝市最低温度最高,那曲最低,其他市较为接近,大致在5–6 $^{\circ}\text{C}$ 范围内。西藏自治区谷物生长季期间累计降水量在2,000–3,000 mm范围左右(图2b)。累计降水量年际间波动较大,尤其在近几年上升幅度较大。林芝市累计降水量最高,阿里最低,其他市在250–500 mm范围上下波动。西藏自治区谷物生长季期间生长度日在12,000 $^{\circ}\text{C}$ 左右(图2c)。生长度日与其他反映温度的指标一样,总体趋势为波动上升,但上升幅度不明显。西藏各市的生长度日从大到小依次为:林芝>拉萨>山南>昌都>日喀则>阿里>那曲。西藏自治区谷物生长季累计太阳辐射大于20,000 $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ 西藏各市累计太阳辐射均呈波动减少趋势(图2d),其中阿里累计太阳辐射值最高,其次是拉萨、日喀则、山南、那曲和昌都,林芝累计太阳辐射值最小。

4.2.3 气候变化对西藏谷物单产的影响

除引入气候因子平方项和交互项的差分模型外,其他所有模型均表示研究时段平均气温上升西藏整体谷物单产增加。7个统计模型的计算结果显示,气候变化对西藏谷物单产影响平均值为2.39%^[11],因此可以判断平均气温上升对于西藏谷物单产总体为正向影响。在县级单位中,将固定效应模型中所有显著的气候变量进行加总,计算得到研究时段总体气候变化对县级单位谷物单产的百分比影响。从县级影响空间分布来看(图3),1993–2017气候变化对西藏谷物单产产生了正相关的影响,对山南市和日喀则市的部分县影响最大,影响范围在7%–12%之间。相比之下,对林芝市、拉萨市和昌都市靠近自治区边界的几个县影响偏小。在所有县中,气候变化趋势对山南市的珞珈县的正相关影响最大(11.3%)。除拉萨市、昌都市和林芝市的部分县外,总体上气候变化趋势对西藏大部分地区影响均为正相关。

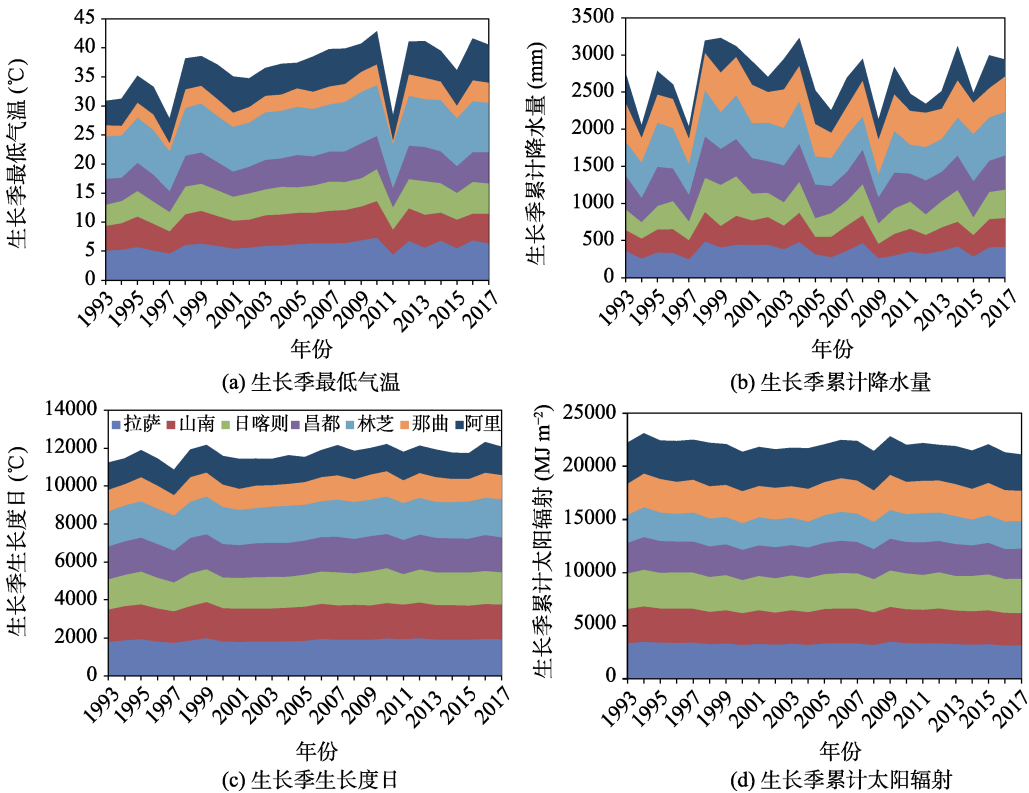


图 2 西藏各市耕地区域气象指标年际变化图

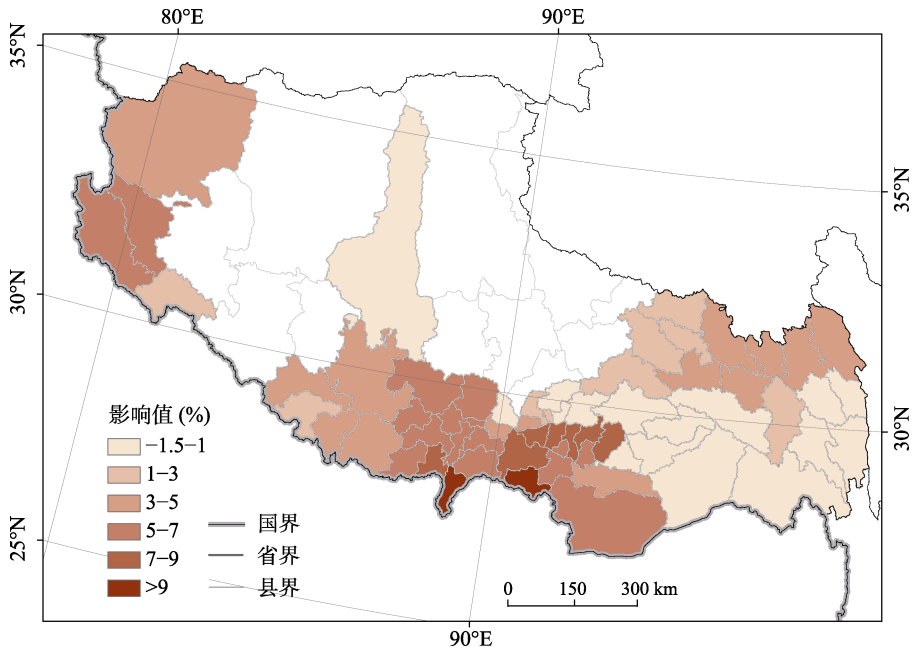


图 3 1993–2017 年气候变化对西藏谷物单产的影响百分比图
(参考审图号为 GS (2020)4630 的标准地图制作)

5 讨论和总结

为阐明气候变化对西藏谷物单产的影响，作者基于统计资料和气象站点数据计算出气候变化对西藏谷物单产的影响百分比，并分析气候变化对西藏谷物单产影响的空间分布特征。结果显示，历史气候变化趋势对于西藏谷物单产总体上为正相关影响，平均影响为2.39%。从县级影响空间分布来看，对于一江两河区域的部分县影响最大。对拉萨市、林芝市和昌都市部分县影响偏小。本数据集可为西藏粮食安全和农业可持续发展提供科学支撑。由于原始统计数据限制，本数据集未详细区分谷物的详细种类。此外，谷物生长季主要参考了西藏青稞和春小麦的生长季时间，下一步研究可考虑细分不同作物的生育期，研究气候变化对高原地区作物单产的具体影响。

作者分工：史文娇对数据集和模型算法的开发做了总体设计；丁锐采集和处理了统计年鉴和气象数据；丁锐和史文娇完成了数据验证、撰写和修改数据论文。

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] 张宪洲, 何永涛, 沈振西等. 西藏地区可持续发展面临的主要生态环境问题及对策[J]. 中国科学院院刊, 2015, 30(3): 306–312.
- [2] 孙鸿烈, 郑度, 姚檀栋等. 青藏高原国家生态安全屏障保护与建设[J]. 地理学报, 2012, 67(1): 3–12.
- [3] 钱凤魁, 王文涛, 刘燕华. 农业领域应对气候变化的适应措施与对策[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(5): 19–24.
- [4] 方修琦, 郑景云, 葛全胜. 粮食安全视角下中国历史气候变化影响与响应的过程与机理[J]. 地理科学, 2014, 34(11): 1291–1298.
- [5] 严应存, 赵全宁, 王喆等. 青海省门源县 1980–2015 年青稞物候期变化趋势及其驱动因素[J]. 生态学报, 2018, 38(4): 1264–1271.
- [6] 张宇欣, 李育, 朱耿睿. 青藏高原海拔要素对温度、降水和气候型分布格局的影响[J]. 冰川冻土, 2019, 41(3): 505–515.
- [7] 高江波, 侯文娟, 赵东升等. 基于遥感数据的西藏高原自然生态系统脆弱性评估[J]. 地理科学, 2016, 36(4): 580–587.
- [8] 刘星才, 汤秋鸿, 尹圆圆等. 气候变化下中国未来综合环境风险区划研究[J]. 地理科学, 2018, 38(4): 636–644.
- [9] 丁锐, 史文娇. 西藏气候变化对谷物单产影响数据集(1993–2017)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2022. <https://doi.org/10.3974/geodb.2022.02.02.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2022.02.02.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] 丁锐, 史文娇. 1993–2017 年气候变化对西藏谷物单产的定量影响[J]. 地理学报, 2021, 76(9): 2174–2186.