

青藏高原地区气候图解数据集

胡潇飞¹ 魏临风¹ 程琦¹ 吴星麒¹ 倪健^{1,2*}

¹浙江师范大学化学与生命科学学院, 浙江金华 321004; ²浙江金华山亚热带森林生态系统野外科学观测研究站, 浙江金华 321004

摘要 气候图解可以直观反映气象台站基本信息和气温、降水等气象数据, 是研究植被与气候关系的有效方式。为便于了解青藏高原不同植被区域气候特征, 进一步认识青藏高原植被与气候关系, 该文基于1951–1980年与1981–2010年青藏高原地区国家地面气象台站基本信息和各30年平均观测数据, 依据《中国植被》所述标准制作每个气象台站的气候图解。论文提供了青藏高原地区主要台站气候图解集, 包括两个30年时间段共计205幅图解。研究表明: (1)青藏高原地区气温和降水总体水平偏低, 前后30年年平均气温和年降水量整体呈上升趋势; (2)青藏高原地区各气象台站记录值随植被区域不同表现出较大差异。虽然青藏高原西部地区的气象台站数量很少, 但该数据集仍涵盖了高原面上的不同植被地带, 可有效运用于高原植被与气候关系研究, 为展示高原气候环境等提供便利。

关键词 气候图解; 图集; 青藏高原; 植被区域; 气候变化

胡潇飞, 魏临风, 程琦, 吴星麒, 倪健 (2022). 青藏高原地区气候图解数据集. 植物生态学报, 46, 484-492. DOI: 10.17521/cjpe.2021.0360

A climate diagram atlas of Qingzang Plateau

HU Xiao-Fei¹, WEI Lin-Feng¹, CHENG Qi¹, WU Xing-Qi¹, and NI Jian^{1,2*}

¹College of Chemistry and Life Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua, Zhejiang 321004, China; and ²Jinhua Mountain Observation and Research Station for Subtropical Forest Ecosystems, Jinhua, Zhejiang 321004, China

Abstract

Climate diagram can be used to reflect visually observation data of temperature and precipitation as well as information of weather stations. It is an effective tool for studying the relationship between vegetation and climate. This paper aims to provide the atlas of climate diagrams of the Qingzang Plateau, based on the 30-year averaged observational records of national surface weather stations during 1951–1980 and 1981–2010, respectively, in order to understand the plateau climate feature of every vegetation region and to further explore the vegetation-climate relationships on the plateau. The atlas of climate diagrams of 205 weather stations on the Qingzang Plateau for both the two 30-year periods were produced according to the standard of climate diagrams in *Vegetation of China*. Results showed that the temperature and precipitation of the Qingzang Plateau were overall low in the whole year but relatively higher in summer, and differed obviously among different vegetation regions. The mean annual temperature and annual precipitation showed an increasing trend from the first 30-year period of 1951–1980 to the later one of 1981–2010. Although the number of weather stations in the western plateau is very sparse, this climate diagram dataset covers every vegetation regions of the plateau surface. This atlas can be used effectively to study the relationships between vegetation and climate, and conveniently to display the climate environment of the plateau.

Key words climate diagram; atlas; Qingzang Plateau; vegetation region; climate change

Hu XF, Wei LF, Cheng Q, Wu XQ, Ni J (2022). A climate diagram atlas of Qingzang Plateau. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 46, 484-492. DOI: 10.17521/cjpe.2021.0360

表征气候特征及气候要素时空分布的气候图, 常用平均图、剖面图和单站要素曲线图等(大气科学辞典编委会, 1994), 在植被地理学研究中, 过去常用气候图解(climate diagram)这一传统方式, 这是表

达一个地区气候特征最直观简洁的方式, 但目前经常被研究者所忽视。

气候图解或称生态气候图是Walter和Lieth (1960)发展出用以呈现地域植被与气候关系的一种工具,

收稿日期Received: 2021-10-11 接受日期Accepted: 2021-12-02

基金项目: 第二次青藏高原综合科学考察研究项目(2019QZKK04020302)。Supported by the Second Tibetan Plateau Scientific Expedition and Research (STPE) Program (2019QZKK04020302).

* 通信作者Corresponding author (nijian@zjnu.edu.cn)

指依月份绘制具有生态学意义的气温、降水等指标的曲线图, 依此可以判断此地属于何种植被气候带(Breckle, 2002)。Walter (1985)在早期研究降雨的有效性时发现, 地表的蒸发量随着土壤、风等因素有所不同, 但各地的温度曲线与蒸发量曲线常为平行, 故地表的潜在蒸发量可以用温度曲线作为代表。在一张图上同时绘制降水量曲线, 和用以估算蒸发量的温度线, 即可得知当地大概的干湿季变化。根据Gaussen (1954)的研究, 温度及降水量刻度设置成 $10^{\circ}\text{C} = 20\text{ mm}$ 十分符合地中海型气候实际状况; 但草原地区则建议设成 $10^{\circ}\text{C} = 30\text{ mm}$, 以更清楚地显示干季状况。

Walter和Lieth (1960)依此比例关系绘制了多区域生物气候图解集, 进行全球植被地带分布研究。Walter-Lieth气候图解可以直观反映最基本和重要的气候指标, 如气温、降水等, 便于对当地气候型和植被型做出基本判断, 并能进一步展示许多有用的气候信息: 温度和降水的季节变化, 干季和湿季的长度及强度, 一年中平均气温在 0°C 以上的月份数, 以及降水的种类(例如植物可利用的水或是无法直接利用的冰雪)。气候图解已应用于追踪全球尺度内具有相同气候型的不同植被区域(Breckle, 2002)和植被-土壤-气候关系(Afshar *et al.*, 2018)等问题的研究中。Zepner等(2021)开发的气候分析交互平台(<https://climatecharts.net/>), 提供了气候数据可视化功能, 能够基于气象台站观测数据制作全球不同地区的气候图解。

我国生态学工作者在《中国植被》专著(中国植被编辑委员会, 1980)中引入并修改了Walter-Lieth气候图解, 将半干旱期的气温与降水关系亦通过图形呈现, 基于全国不同植被带的代表性气象台站绘制了64幅气候图解, 对于理解中国植被与气候关系发挥了很大作用。但在此后的40年里, 气候图解很少在国内文献中出现。《中国植被》专著出版时, 我国气象台站的观测记录相对较少, 观测时间也较短(陈隆勋等, 2004), 这都限制了气候图解对我国气候特征的深入表达。自1980年以来, 我国气象台站数量逐渐增多, 分布更广泛, 观测期更长, 观测记录更标准与精确, 数据更开放共享。由此, 再次绘制我国代表性气象台站的气候图解, 将更加有益于深入理解中国植被与气候的关系。

青藏高原地理位置特殊, 地势高昂, 地形复杂,

具有独特的生态环境和植被类型, 同时, 生态系统脆弱, 是全球气候变化的敏感区。由于地势高、位置偏, 高原气象台站稀少, 观测年代短, 数据获取难。如今, 中国气象局的国家气象科学数据中心(<http://data.cma.cn>)已经对社会开放基本气象数据及其产品的共享, 使我们有机会利用青藏高原的气象数据, 绘制气候图解集, 比较高原气候的时空差异, 为进一步深刻理解青藏高原地区植被与气候的关系奠定数据基础。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

青藏高原位于我国西部(73.43° – 104.67°E , 25.98° – 39.82°N), 平均海拔4 000 m以上, 被称为“世界第三极”。内有祁连山、唐古拉山、念青唐古拉山和喜马拉雅山等山脉, 亦有羌塘盆地、柴达木盆地等地貌, 海拔落差极大, 兼具亚热带、温带、高原寒带等多种气候带, 水热条件复杂, 形成了以高寒植被为主体, 从东南到西北森林、灌丛、草甸、草原和荒漠依次分布的多种植被类型(中国植被编辑委员会, 1980)。

1.2 气候图解绘制

气象台站原始观测数据来源于1951–1980年(中央气象局资料室, 1984)和1981–2010年(国家气象科学数据中心)及中国台湾“中央”气象局气象资料开放平台(<https://www.cwb.gov.tw>)的中国地面气候标准值月值数据集。其中1951–1980年气象台站观测数据除公开发表的全国673个国家基准站和基本站外, 还包括200个人收集的国家一般站或省级气象站的气象记录; 1981–2010年气象台站观测数据包括2 152个国家基准站、基本站和一般站的气象记录。但由于早期我国气象台站的级别划分并不同于今时, 无法以国家级或省级的行政级别划分进行概括¹⁾(全国气象局台站名录编委会, 1998), 故两个时段的气象台站均统称为国家地面气象台站。

分别选取青藏高原地区的105个(图1A)和100个(图1B)位于不同植被区域(图1C)的国家地面气象台站, 依据台站代码(ID)进行站名校正, 统一更改为1981–2010年相同台站名(附录I)。可以看出, 由于前

1) 吴增祥 (2006). 中国地面气象台站(1950–2004)沿革情况概述//中国气象学会. 中国气象学会2006年年会“气象史志研究进展”分会论文集. 北京. 87-97.

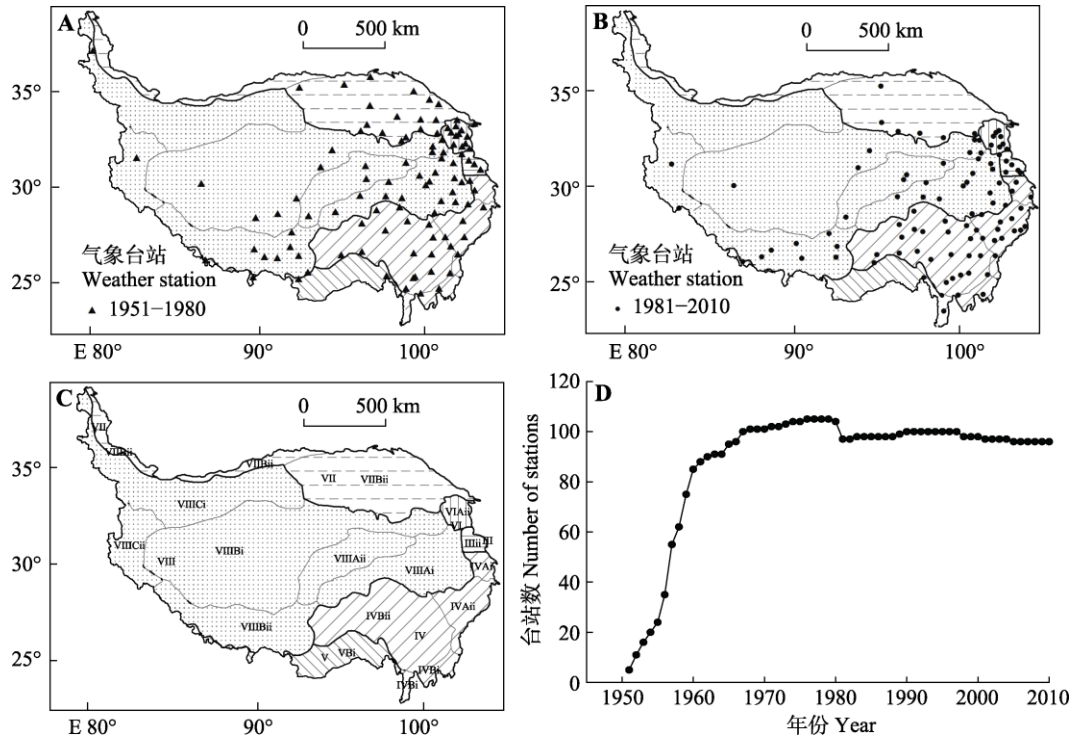


图1 青藏高原地区气象台站分布。**A**, 1951–1980年。**B**, 1981–2010年。**C**, 植被区划图。**D**, 1951–2010年台站数量变化。III, 暖温带落叶阔叶林区域; IIIi, 暖温带南部落叶阔叶林地带; IV, 亚热带常绿阔叶林区域; IVAi, 北亚热带常绿、落叶阔叶混交林地带; IVAii, 中亚热带常绿阔叶林地带; IVBi, 中亚热带常绿阔叶林地带; IVBii, 亚热带山地寒温带针叶林地带; V, 热带季雨林、雨林区域; VBi, 北热带季节雨林、半常绿季雨林地带; VI, 温带草原区域; VIAii, 温带南部草原地带; VII, 温带荒漠区域; VIIBi, 温带半灌木、灌木荒漠地带; VIIBii, 暖温带灌木、半灌木荒漠地带; VIII, 青藏高原高寒植被区域; VIIIAi, 高寒灌丛、高寒草甸地带; VIIIAii, 高寒草甸地带; VIIIBi, 高寒草原地带; VIIIBii, 温性草原地带; VIIICi, 高寒荒漠地带; VIIICii, 温性荒漠地带。植被区划图依据《中国植被图集(1:1 000 000)》(中国科学院中国植被图编辑委员会, 2001)绘制。

Fig. 1 Spatial distribution of weather stations on the Qingzang Plateau. **A**, 1951–1980. **B**, 1981–2010. **C**, Vegetation regionalization map. **D**, Temporal change of the number of stations. III, warm-temperate deciduous broadleaf forest region; IIIi, southern warm-temperate deciduous *Quercus* forest zone; IV, subtropical broadleaf evergreen forest region; IVAi, northern subtropical broadleaf evergreen and deciduous forest zone; IVAii, middle subtropical broadleaf evergreen forest zone; IVBi, middle subtropical broadleaf evergreen forest zone; IVBii, subtropical mountains cold-temperate needleleaf forest zone; V, tropical monsoon rain forest and rain forest region; VBi, northern tropical seasonal rain forest, semi-evergreen monsoon rain forest zone; VI, temperate steppe region; VIAii, southern temperate steppe zone; VII, temperate desert region; VIIBi, temperate semi-shrubby and shrubby desert zone; VIIBii, warm-temperate shrubby and semi-shrubby desert zone; VIII, Qingzang Plateau alpine vegetation region; VIIIAi, subalpine scrub and alpine meadow zone; VIIIAii, alpine meadow zone; VIIIBi, alpine steppe zone; VIIIBii, temperate steppe zone; VIIICi, alpine desert zone; VIIICii, temperate desert zone. Vegetation regionalization map was drew based on *Vegetation Atlas of China (1:1 000 000)* (The Editorial Committee of Vegetation Map of China, Chinese Academy of Sciences, 2001).

期数据包含个人收集记录(有可能是省级站), 而少数台站后期有撤销, 因此青藏高原的台站数量前期多于后期(图1A、1B)。而且, 随着国家对气象事业的投入加大, 台站数量从20世纪50年代逐渐增加, 至20世纪70年代达到峰值并趋于平稳(图1D)。依据《中国植被》(中国植被编辑委员会, 1980)中展示的气候图解示例及说明(附录I), 使用Origin 2018绘制205个气候图解, 包括站名、海拔高度、经纬度、各气候指标等共19条基本信息。其中, 因缺乏原始观测记录, 1951–1980年气候图解未标出极端最低气温低于0℃的月份。

1.3 数据分析

统计分析1951–1980年与1981–2010年气象台站观测记录的平均值与极值, 由于两个时间段中, 部分台站存在迁址、更名和撤销等情况, 因此筛选两个时间段中地理坐标和台站ID均相同的59个站点, 按照后一个时间段的统一台站名称, 进行前后时间段的比较分析, 计算各台站年平均气温、年降水量、极端最高气温和极端最低气温4项气候指标的差值(差值=后30年指标值–前30年指标值), 划分差值分布区间, 统计各区间台站数量。依据青藏高原地区植被区划(图1C; 中国科学院中国植被图编辑委员

会, 2001)分区统计不同植被区域两个时间段主要气候指标平均值, 对比代表性台站前后30年气候变化, 说明青藏高原地区总体气候特征及时空变化。

2 结果和分析

2.1 气候图解数据集

数据集包括说明文件(附录II)和图集(附录III)两个部分。说明文件以Excel文件格式说明该数据集选用气象站的基本信息, 包括省份、台站ID、台站名称、起始观测年、终止观测年、经度、纬度和海拔高度(附录II)。图集按年段分为1951–1980和1981–2010两个部分, 分别包含105和100份气候图解文件, 所有文件均以台站名称命名(附录III)。

2.2 气候变化的时间变异

根据1951–1980年与1981–2010年各气象站观测记录, 青藏高原地区气温和降水(表1)总体表现为全年雨热同期, 整体温度偏低, 冬季月极端最低气温普遍低于0 °C, 霜期较长。代表性台站的平均气温和降水量的月变化曲线(附录IV)基本呈单峰分布,

峰值集中在夏季6–7月, 干湿季分明。两个时间段中, 各台站之间年平均气温和年降水量差异较大。1951–1980年各台站年平均气温最大值与最小值相差20.3 °C, 年降水量相差1 650.0 mm, 在1981–2010年中两项差异进一步扩大, 但是气温和降水总体水平仍然偏低。

从两个时间段的年平均气温差值(图2A)来看, 地理位置一致的59个台站年平均气温均呈上升趋势, 格尔木站上升幅度最大, 为1.6 °C, 江西沟站增温最小, 为0.1 °C, 其中有6个台站记录上升幅度超过1 °C。年降水量(图2B)总体增加, 增幅最大值为甘德站的62.1 mm, 其中有18个台站记录显示年降水量

表1 青藏高原地区气温和降水变化
Table 1 Changes of temperature and precipitation on the Qingzang Plateau

气候指标 Climate variable	年 Years	平均数±标准差 Mean ± SD	最大值 Maximum	最小值 Minimum
年平均气温 Mean annual air temperature (°C)	1951–1980	3.0 ± 4.2	14.7	–5.6
	1981–2010	5.3 ± 4.7	17.0	–5.0
年降水量 Mean annual precipitation (mm)	1951–1980	469.9 ± 235.2	1 667.6	17.6
	1981–2010	528.5 ± 250.9	1 778.5	15.5

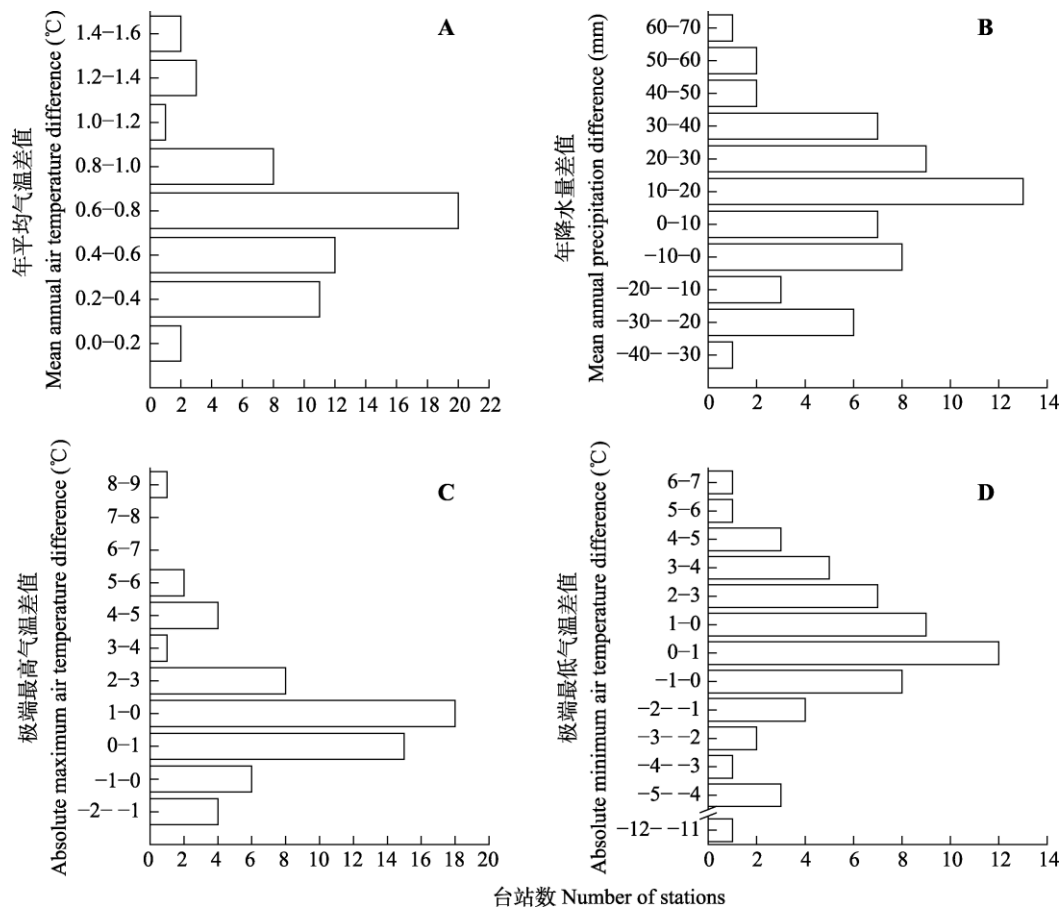


图2 1951–1980年和1981–2010年地理位置一致台站的气候指标差值。

Fig. 2 Differences of climatic variables in stations with the same location during 1951–1980 and 1981–2010.

减少,降幅最大值为久治站的31.7 mm。各台站极端最高气温(图2C)和极端最低气温(图2D)变化明显,分别有38和36个台站记录的变化幅度超过1 °C。值得注意的是,在极端温度差值中出现的两个极值,1981–2010年贵德站的极端最高气温相较于前30年增加了8.3 °C,沱沱河站的极端最低气温降低了11.4 °C,两处台站在两个时间段中极端温度变化大,对极端气候事件响应敏感。4项气候指标的变化均表明,青藏高原地区气候变化在逐渐加剧。

2.3 气候变化的空间变异

青藏高原各植被区域主要气候指标(表2)以及代表性台站的气候图解(附录V)表明,各项气候指标空间分异明显。自北向南、自西向东,气象台站观测记录的气温和降水指标整体呈上升趋势,植被也由荒漠、草原、灌木向森林过渡。相同植被区域内,不同植被地带的台站受海拔、地理位置等因素影响,观测记录同样表现出局部差异。

青藏高原西北部集中分布着温带荒漠区域和高

寒荒漠亚区:前者主要在高原北缘,东西狭长,1月和7月温差最大,少雨干燥,冷季偏长,处于温带半灌木、灌木荒漠地带的冷湖站(附录V-A)干旱强度极高,几乎全年处于干旱期;后者属于青藏高原高寒植被区域,该区域年平均气温和7月平均气温最低,冷季最长,是整个高原极端最低气温事件的发生地,以中部高寒草原亚区和西北部高寒荒漠亚区为主体。处于高寒荒漠亚区的狮泉河站(附录V-B)整体温度相对较低,最热月平均气温不足15 °C,但降水量稍高于冷湖站(附录V-A)。

草原是青藏高原地区的主要植被类型,从东部祁连山延伸至西南喜马拉雅山脉北侧,横跨高原中部腹地。由于地面热量差异,草原表现为高寒草原和暖温草原两种类型(中国植被编辑委员会,1980)。高寒草原主要分布在高寒草原亚区,可分为高寒草原地带和温性草原地带:前者气候寒冷干旱,其中的改则站(附录V-C)全年霜期,除夏季外全年冷季;后者海拔较低,邻近水系,气候相对温和,其中的江孜站(附录V-D)年降水量比改则站高出200 mm。暖温草原主要集中在高原东部温带草原区域的温带南部草原地带,该区域7月平均气温最高,气候属于温暖的半干旱或干旱类型,贵德站(附录V-E)是其中较为典型的台站。在青藏高原森林区与草原区之间分布着高寒灌木与草甸。杂多站(附录V-F)处于青藏高原东部高寒灌木、高寒草甸地带,降水量比高寒草原更加充沛。

青藏高原森林区主要分布在东南部,即暖温带落叶阔叶林区域,亚热带常绿阔叶林区域和热带季雨林、雨林区域。其中,亚热带常绿阔叶林区域年平均气温和1月平均气温最高,暖季最长,全年雨量最充沛,能够为植物提供充足的生长条件。该区域的昌都站(附录V-G)地处青藏高原横断山脉区,海拔落差大,夏季温凉,冬季干燥,具有寒温性气候特点,适宜针叶林生长。其东侧的小金站(附录V-H)虽同属亚热带常绿阔叶林区域,但各月平均气温高于0 °C,两个时间段的年降水量均超过600 mm,并且后30年降水量有所增加,是比较典型的阔叶林适生区。

3 讨论

本数据集较为全面地提供了青藏高原地区两个30年时间段共205幅气候图解,为研究青藏高原区

表2 青藏高原各植被区域气候特征

Table 2 Characteristics of climate in different vegetation regions on the Qingzang Plateau

气候指标 Climate variable	年份 Years	植被区域 Vegetation region					
		III	IV	V	VI	VII	VIII
T (°C)	1951–1980	3.2	7.0	3.7	4.2	1.6	0.4
	1981–2010	4.1	8.9	8.0	6.2	3.3	1.3
T_1 (°C)	1951–1980	–9.0	–2.3	–4.7	–9.7	–12.7	–11.1
	1981–2010	–7.7	–0.3	0.8	–7.0	–10.5	–10.0
T_7 (°C)	1951–1980	13.7	15.0	11.2	15.6	14.2	10.6
	1981–2010	14.3	16.8	14.9	17.4	15.8	11.4
T_{\max} (°C)	1951–1980	32.0	36.7	31.9	35.1	35.5	32.0
	1981–2010	35.0	39.0	32.6	40.3	36.4	33.7
T_{\min} (°C)	1951–1980	–28.5	–33.7	–33.2	–34.1	–39.6	–48.1
	1981–2010	–27.9	–30.6	–19.1	–31.9	–32.0	–45.2
P (mm)	1951–1980	487.1	701.3	550.3	407.8	202.0	435.2
	1981–2010	503.5	677.9	723.3	388.0	169.5	452.6
$N_{\min} < 0$	1951–1980	5.3	5.2	6.0	6.3	7.4	8.0
	1981–2010	6.2	4.2	4.0	5.5	6.9	7.7

III, 暖温带落叶阔叶林区域; IV, 亚热带常绿阔叶林区域; V, 热带季雨林、雨林区域; VI, 温带草原区域; VII, 温带荒漠区域; VIII, 青藏高原高寒植被区域。T, 年平均气温; T_1 , 1月平均气温; T_7 , 7月平均气温; T_{\max} , 极端最高气温; T_{\min} , 极端最低气温; P, 年降水量; $N_{\min} < 0$, 平均最低气温小于0 °C的月份数。

III, warm-temperate deciduous broadleaf forest region; IV, subtropical broadleaf evergreen forest region; V, tropical monsoon rain forest and rain forest region; VI, temperate steppe region; VII, temperate desert region; VIII, Qingzang Plateau alpine vegetation region. T, mean annual air temperature; T_1 , mean air temperature in January; T_7 , mean air temperature in July; T_{\max} , absolute maximum air temperature; T_{\min} , absolute minimum air temperature; P, mean annual precipitation; $N_{\min} < 0$, number of months with mean minimum temperature below 0 °C.

域气候及其变化特征, 进一步分析高原植被和高原气候的关系提供了便利, 也可在展示高原气候概况以及科普教育等工作中发挥实用价值。气候图解简洁而直观, 可以展示一个站点或者区域性的逐月气温和降水的变化, 极端温度的变化, 以及干湿度的时间的变化等气候要素特征, 非常便于展示。

但由于条件限制, 高原腹地中部和西部的气象台站稀疏, 气象记录缺失, 气候图解稀少, 影响了对该区域气候特征及其时空变化的宏观理解。因此, 需要联系当地气象部门, 尽可能获取更多未开放共享的气象记录。另外, 生态学和地学工作者在青藏高原腹地也建立了一些临时性短期气象观测站点, 可以提供较短时间的台站观测数据, 虽然数据质量和精度都有所欠缺, 但仍可以作为国家气象站缺失地区的有力补充, 比如, 可可西里地区的气候要素(可可西里综合科学考察队, 1996; 李炳元, 2020)。通过遥感反演青藏高原的气候特征, 以及通过地理参照的空间插值技术获得整个高原的区域气候数据, 也不失为另外一种选择。

致谢 感谢国家气象科学数据中心提供气象台站观测记录。感谢浙江师范大学陈鑫瑶协助进行气象台站数据处理。

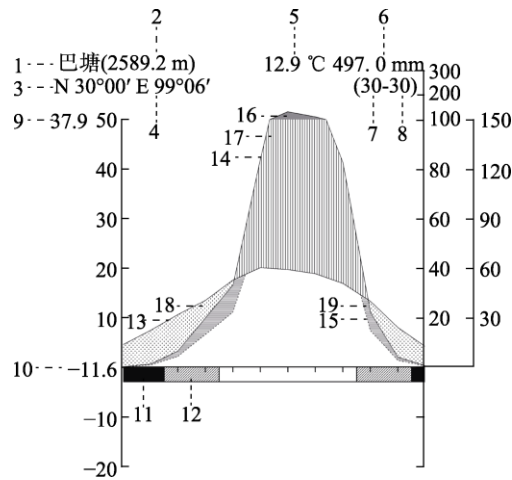
参考文献

- Afshar FA, Ayoubi S, Jafari A (2018). The extrapolation of soil great groups using multinomial logistic regression at regional scale in arid regions of Iran. *Geoderma*, 315, 36-48.
- Breckle SW (2002). *Walter's Vegetation of the Earth*. 4th ed. Springer-Verlag, Berlin. 22-23.
- Chen LX, Zhou XJ, Li WL, Luo YF, Zhu WQ (2004). Characteristics of the climate change and its formation mechanism in China in last 80 years. *Acta Meteorologica Sinica*, 62, 634-646. [陈隆勋, 周秀骥, 李维亮, 罗云峰, 朱文琴 (2004). 中国近80年来气候变化特征及其形成机制. 气象学报, 62, 634-646.]
- Gaussen H (1954). *Geography of Plants*. Armand Colin, Paris. 224.
- Li BY (2020). *Data Set of Climatic Elements in Hoh Xil Area, Qinghai Province (1990)*. National Tibetan Plateau Data Center. [2020-09-04]. <http://data.tpdac.ac.cn/zh-hans/data/b9c3c223-f5ab-4b53-be44-71fc9f4692e0/>. DOI: 10.11888/Meteoro.tpdac.271026.]
- The Central Meteorological Administration Information Office (1984). *The Dataset for Climate of China's Mainland*. Meteorological Press, Beijing. [中央气象局资料室 (1984). 中国地面气候资料集. 气象出版社, 北京.]
- The Comprehensive Scientific Expedition to the Hoh Xil Region (1996). *Physical Environment of Hoh Xil Region, Qinghai*. Science Press, Beijing. [可可西里综合科学考察队 (1996). 青海可可西里地区自然环境. 科学出版社, 北京.]
- The Editorial Committee of Dictionary of Atmospheric Sciences (1994). *Dictionary of Atmospheric Sciences*. Meteorological Press, Beijing. 104, 457, 464. [大气科学辞典编委会 (1994). 大气科学辞典. 气象出版社, 北京. 104, 457, 464.]
- The Editorial Committee of List of Nationwide Weather Stations (1998). *List of Nationwide Weather Stations*. Meteorological Press, Beijing. [全国气象局台站名录编委会 (1998). 全国气象局台站名录. 气象出版社, 北京.]
- The Editorial Committee of Vegetation Map of China, Chinese Academy of Sciences (2001). *Vegetation Atlas of China (1:1 000 000)*. Science Press, Beijing. [中国科学院中国植被图编辑委员会 (2001). 中国植被图集(1:1 000 000). 科学出版社, 北京.]
- The Editorial Committee of Vegetation of China (1980). *Vegetation of China*. Science Press, Beijing. 34-49. [中国植被编辑委员会 (1980). 中国植被. 科学出版社, 北京. 34-49.]
- Walter H (1985). *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere*. 3rd ed. Springer-Verlag, Berlin, New York. 25.
- Walter H, Lieth H (1960). *World Atlas of Climate Diagrams*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Zepner L, Karrasch P, Wiemann F, Bernard L (2021). ClimateCharts.net—An interactive climate analysis web platform. *International Journal of Digital Earth*, 14, 338-356.

特邀编委: 张齐兵 编辑: 乔鲜果

附录I 青藏高原地区气候图解析例

Supplement I Example of climate diagram of Qingzang Plateau



1, 站名; 2, 海拔高度(m); 3, 纬度; 4, 经度; 5, 年平均气温(°C); 6, 年降水量(mm); 7, 气温观测年数; 8, 降水量观测年数; 9, 极端最高气温(°C); 10, 极端最低气温(°C); 11, 平均最低气温低于 0 °C 的月份; 12, 极端最低气温低于 0 °C 的月份; 13, 月平均气温曲线; 14, 月降水量曲线(10 °C = 20 mm); 15, 月降水量曲线(10 °C = 30 mm); 16, 月降水量超过 100 mm (以灰色面积表示); 17, 湿润期(以竖线表示); 18, 干旱期(以点表示); 19, 半干旱期(以横线表示)。该气候图解参考《中国植被》(中国植被编辑委员会, 1980)绘制。

1, station; 2, altitude (m); 3, latitude; 4, longitude; 5, mean annual air temperature (°C); 6, mean annual precipitation (mm); 7, number of years of temperature observation; 8, number of years of precipitation observation; 9, absolute maximum air temperature (°C); 10, absolute minimum air temperature (°C); 11, months with a mean daily minimum air temperature below 0 °C; 12, months with absolute minimum air temperature below 0 °C; 13, curve of mean monthly air temperature; 14, curve of monthly precipitation (10 °C = 20 mm); 15, curve of monthly precipitation (10 °C = 30 mm); 16, mean monthly precipitation ≥ 100 mm (grey areas); 17, humid period (vertical hatching); 18, drought period (dotted); 19, semi-drought period (horizontal hatching). The climate diagram was drew based on *Vegetation of China* (The Editorial Committee of Vegetation of China, 1980).

附录II 青藏高原地区1951–1980和1981–2010年选用气象台站基本信息

Supplement II Basic information of selected weather stations on the Qingzang Plateau during 1951–1980 and 1981–2010

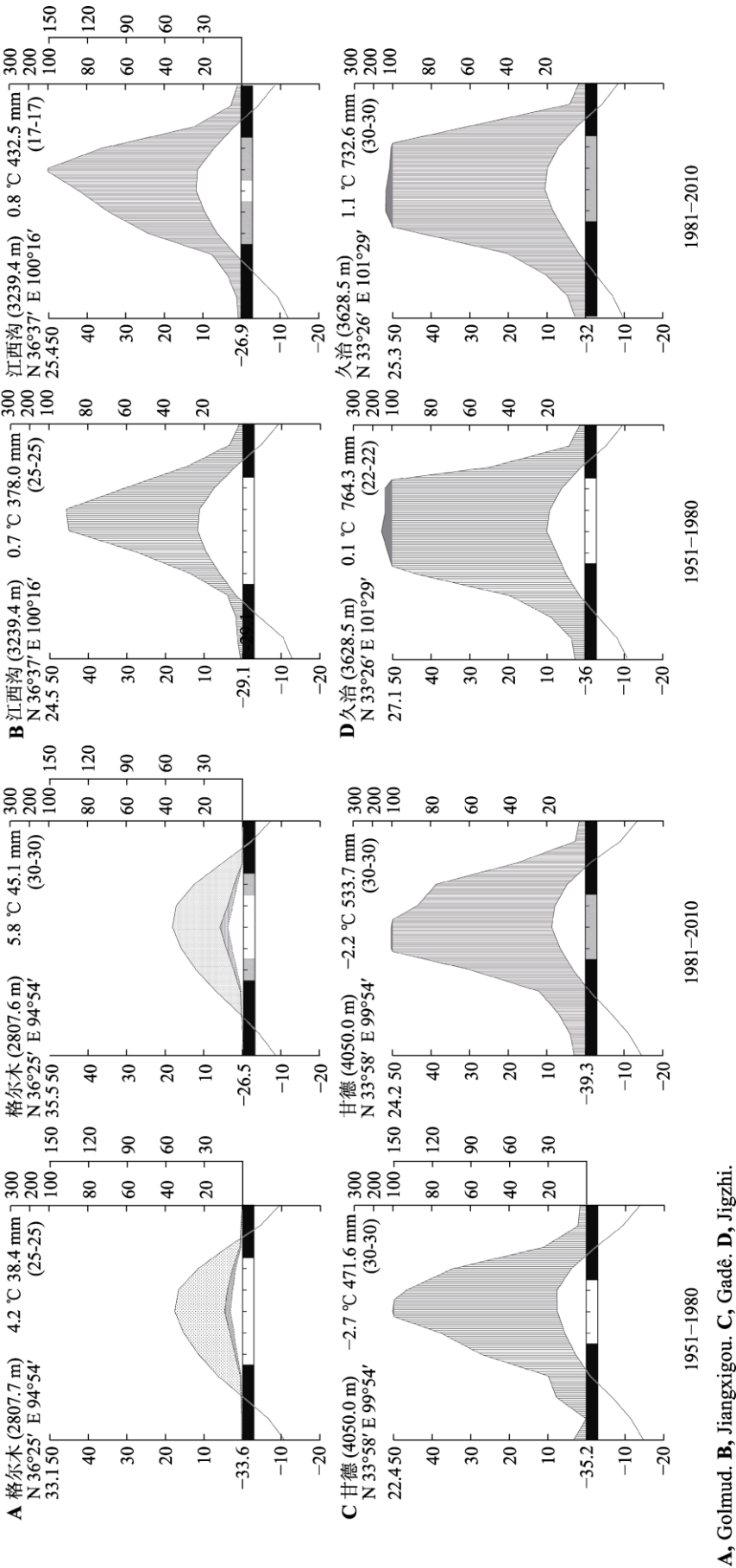
<https://www.plant-ecology.com/fileup/1005-264X/PDF/cjpe.2021.0360-S2.xlsx>

附录III 青藏高原地区1951–1980和1981–2010年各台站气候图解集

Supplement III Atlas of climate diagrams of selected weather stations on the Qingzang Plateau during 1951–1980 and 1981–2010

<https://www.plant-ecology.com/fileup/1005-264X/PDF/cjpe.2021.0360-S3.pdf>

附录IV 青藏高原地区代表性气象台站气候图解
Supplement IV Climate diagrams of representative weather stations on the Qingzang Plateau



Supplement V Climate diagrams of representative stations in different vegetation regions on the Qingzang Plateau

;



A, Lenghu. **B**, Shiquanhe. **C**, Gêrzê. **D**, Gyangzê. **E**, Guide. **F**, Zadoi. **G**, Qamdo. **H**, Zainlha. Vegetation regionalization map can be seen as Fig. 1C.