

climplot: 用于绘制 Walter & Lieth 气候图的 流程化工具

陈子豪 在读博士生

目录

1	简介	2
2	安装与加载	2
3	绘图数据提取	3
3.1	数据准备	3
4	气候图绘制	8
4.1	单个地点 Walter & Lieth 的气候图绘制	8

1 简介	2
4.2 多个地点 Walter & Lieth 气候图绘制的解决方法	9
4.3 其他绘制气候图的提示	10
5 参考文献	13

1 简介

climplot 为一个绘图程序包，旨在以更加用户友好和个性化的方式收集全球各地的关键气候数据，并绘制 Walter & Lieth 气候图。

此程序包的主要作用为:

- 使用 Worldclim 的气候数据来获得标准化和可靠的数据，以构建 Walter & Lieth 气候图
- 提供更多参数定制图片样式和信息显示方式

此程序包提供以下函数功能:

- 获取气候数据以构建 Walter & Lieth 气候图
- 绘制 Walter & Lieth 气候图
- 修改气候图的配色和显示的相关信息

2 安装与加载

从gitee和github 安装最新的开发版本，请安装程序包remotes和git2r。如果你打算一同安装此程序包的插曲文件（vignettes），请在代码中加入
`build_vignettes= TRUE`

```
install.packages("remotes")  
  
# from github
```

```
remotes::install_github("auman-chan/climplot")
# from gitee
install.packages("git2r")
remotes::install_git(
  "https://gitee.com/auman-chan/climplot.git"
)

# add vignettes
remotes::install_github("auman-chan/climplot",
  build_vignettes = TRUE
)

remotes::install_git(
  "https://gitee.com/auman-chan/climplot.git",
  build_vignettes = TRUE
)
```

3 绘图数据提取

搜索和处理多个地点的气候数据是一项具有挑战性的工作。函数 `clim_extract` 可以检索来自 Worldclim 的历史月度天气数据 (2010-2019 年 2.5 度分版本, <https://worldclim.org/data/monthlywth.html>), 为图表可视化做好准备。

3.1 数据准备

3.1.1 气候数据下载

Worldclim 气候数据是本程序包必不可少的, 由于其全球尺度栅格数据的文件较大, 程序包中无法容纳需要的气候数据。因此, 请在使用前从 Figshare 获取对应的气候数据集。

此数据集包括 4 个文件夹, 共 48 个 tif 文件, 其中包括年均最低气温、年

均最高气温、年均降水和年极端最低气温。这些数值是根据 2010-2019 年的月平均值和最小值计算得出的。数据集的结构如下表所示:

No	1	2	3	4
1	tmax_01.tif	tmin_01.tif	prec_01.tif	extmin_01.tif
2	tmax_02.tif	tmin_02.tif	prec_02.tif	extmin_02.tif
3	tmax_03.tif	tmin_03.tif	prec_03.tif	extmin_03.tif
4	tmax_04.tif	tmin_04.tif	prec_04.tif	extmin_04.tif
5	tmax_05.tif	tmin_05.tif	prec_05.tif	extmin_05.tif
6	tmax_06.tif	tmin_06.tif	prec_06.tif	extmin_06.tif
7	tmax_07.tif	tmin_07.tif	prec_07.tif	extmin_07.tif
8	tmax_08.tif	tmin_08.tif	prec_08.tif	extmin_08.tif
9	tmax_09.tif	tmin_09.tif	prec_09.tif	extmin_09.tif
10	tmax_10.tif	tmin_10.tif	prec_10.tif	extmin_10.tif
11	tmax_11.tif	tmin_11.tif	prec_11.tif	extmin_11.tif
12	tmax_12.tif	tmin_12.tif	prec_12.tif	extmin_12.tif

Note:

1. 年均最高气温
2. 年均最低气温
3. 年均降水
4. 年极端最低气温

3.1.2 目标地点的信息准备

为了提取特定地点的气候数据，精确的坐标是必不可少的。此外，图表应该显示其他相关信息，如位置名称和高度。因此，一个包含目标位置信息的数据框对于 `clim_extract` 来说是必要的。导入的数据框必须包含 5 列，顺序如下:

- **No:** 目标地点的序号
- **location:** 目标地点的缩写
- **lon:** 目标地点的经度，以十进制表示，负数表示西经

No	location	lon	lat	altitude	name
1	Motuo	95.3536	29.30420	2025	墨脱县仁钦崩寺
2	Wuliangshan	100.5000	24.50000	1301	无量山自然保护区
3	Wawushan	102.9167	29.50000	2082	四川省眉山市洪雅县瓦屋山
4	Leibo	103.4667	28.45000	1204	四川省凉山州雷波县
5	Longcanggou	102.8333	29.61667	1764	四川省雅安市荣经县龙苍沟国家森林公园
6	Jinfoshan	107.1933	29.00017	1917	重庆市南川区金佛山国家级自然保护区
7	Xishui	106.4667	28.30000	863	贵州省习水良村镇羊化村
8	Tonglingshan	119.8598	27.82128	724	浙江省铜铃山国家森林公园
9	Qinglongshan	112.5341	23.17020	320	广东省鼎湖山自然保护区的百丈岭、青龙山
10	Tiantongshan	121.7855	29.80710	199	浙江省天童山

- **lat**: 目标地点的纬度，以十进制表示，负数表示南纬
- **altitude**: 目标地点的高度

这个程序包中的数据 `locdata` 是导入格式的例子。上述列的后面允许添加其他包含信息的列，但在后续处理中将被舍弃。

3.1.3 气候数据提取

在准备好气候数据集和位置信息后，导入三个气候数据集的数据框和数据集路径，此函数将导出一个数据框。

```
# Modify the path of yours
a <- "G:/climplot/climdata/tmin"
b <- "G:/climplot/climdata/tmax"
c <- "G:/climplot/climdata/prec"

# extraction of climate data

plotdata <- clim_extract(locdata, a, b, c)
```

导出的数据框包含 5 种地点信息 (与导入数据框中的相同)，以及 12 个月份的 3 种气候数值。导出数据框架存储在此程序包的数据 `plotdata` 中，作为函数导出结果的示例。

No	Altitude	Location	Lon	Lat	Type	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2025	Motuo	95.3536	29.30420	precipitation	10.10	20.960001	44.85	98.94	136.67	232.45	243.60	204.74	207.16	74.80	9.20	5.19
1	2025	Motuo	95.3536	29.30420	min.temperature	-1.10	0.600000	3.70	7.20	11.20	13.70	14.90	14.60	14.10	9.90	3.70	0.60
1	2025	Motuo	95.3536	29.30420	max.temperature	12.30	13.800000	16.50	19.20	22.70	25.10	25.50	26.10	24.00	20.80	17.60	14.10
2	1301	Wuliashan	100.5000	24.50000	precipitation	17.95	7.160000	20.38	37.63	60.43	158.30	203.94	187.86	120.89	103.53	23.70	26.15
2	1301	Wuliashan	100.5000	24.50000	min.temperature	6.80	8.500000	11.80	15.20	18.20	20.20	20.80	20.30	19.40	16.40	11.70	8.00
2	1301	Wuliashan	100.5000	24.50000	max.temperature	21.00	24.100000	26.70	29.00	30.10	29.00	28.40	29.00	27.80	25.30	23.30	19.90
3	2082	Wawushan	102.9167	29.50000	precipitation	7.88	8.520001	24.04	59.87	100.53	195.40	180.20	164.01	163.07	62.63	15.26	11.20
3	2082	Wawushan	102.9167	29.50000	min.temperature	-5.20	-3.600000	0.00	4.30	7.70	10.80	13.70	13.40	10.30	5.40	1.00	-3.30
3	2082	Wawushan	102.9167	29.50000	max.temperature	4.00	6.100000	10.40	14.70	17.20	18.60	21.00	21.10	16.40	12.60	9.50	5.00
4	1204	Leibo	103.4667	28.45000	precipitation	9.54	9.820000	24.87	59.40	90.11	183.75	167.23	186.87	135.90	63.48	16.81	13.19
4	1204	Leibo	103.4667	28.45000	min.temperature	-1.10	0.400000	4.80	9.30	12.80	15.60	18.20	17.70	14.70	10.10	5.00	0.30
4	1204	Leibo	103.4667	28.45000	max.temperature	7.20	9.900000	15.10	19.30	22.30	23.50	26.70	26.40	21.50	17.00	13.40	8.10
5	1764	Longcanggon	102.8333	29.61667	precipitation	10.66	11.430000	30.11	64.58	100.11	190.93	221.56	223.73	174.51	66.62	19.30	13.67
5	1764	Longcanggon	102.8333	29.61667	min.temperature	-1.70	0.100000	4.20	8.30	11.60	14.30	17.40	16.70	13.50	8.70	4.80	-0.10
5	1764	Longcanggon	102.8333	29.61667	max.temperature	6.50	9.400000	14.00	18.50	21.40	22.90	25.30	25.20	20.30	16.30	12.60	7.60
6	1917	Jinfoshan	107.1933	29.00017	precipitation	26.40	23.619999	76.18	122.74	203.73	230.26	170.58	158.76	183.95	119.15	69.81	31.41
6	1917	Jinfoshan	107.1933	29.00017	min.temperature	-4.00	-3.000000	1.40	5.90	9.60	12.50	15.10	14.80	11.90	7.30	2.70	-2.30
6	1917	Jinfoshan	107.1933	29.00017	max.temperature	0.70	2.500000	8.70	13.30	16.40	18.40	22.40	22.30	17.30	12.50	7.50	2.60
7	863	Xishui	106.4667	28.30000	precipitation	16.95	14.140000	47.74	89.61	168.21	204.84	145.64	132.72	131.17	102.30	48.54	22.85
7	863	Xishui	106.4667	28.30000	min.temperature	2.20	3.400000	7.30	11.30	14.80	17.90	20.40	19.70	17.10	12.70	8.30	3.40
7	863	Xishui	106.4667	28.30000	max.temperature	7.00	9.100000	14.70	20.00	23.50	25.10	29.20	29.20	24.00	18.60	13.80	8.40
8	724	Tonglingshan	119.8598	27.82128	precipitation	64.76	100.150002	139.31	166.29	236.34	342.92	194.61	255.73	172.89	97.68	109.15	65.97
8	724	Tonglingshan	119.8598	27.82128	min.temperature	0.90	2.500000	5.70	10.70	15.00	18.20	21.10	20.50	17.90	13.00	8.60	2.90
8	724	Tonglingshan	119.8598	27.82128	max.temperature	8.50	10.100000	14.50	19.10	22.20	24.80	28.70	28.20	25.10	20.30	15.50	10.70
9	320	Qinglongshan	112.5341	23.17020	precipitation	43.45	52.770001	140.57	177.88	347.51	336.07	217.76	294.81	170.61	75.33	63.41	41.60
9	320	Qinglongshan	112.5341	23.17020	min.temperature	8.40	10.000000	13.50	17.80	21.30	23.00	23.50	23.20	22.20	18.90	14.90	9.40
9	320	Qinglongshan	112.5341	23.17020	max.temperature	15.20	16.700001	20.00	24.10	27.70	29.60	30.90	30.40	29.40	26.00	22.00	17.20
10	199	Tiantongshan	121.7855	29.80710	precipitation	55.48	88.820000	96.93	113.17	129.56	200.36	109.97	167.46	173.39	90.52	83.16	67.74
10	199	Tiantongshan	121.7855	29.80710	min.temperature	1.60	2.700000	5.70	11.00	16.00	20.00	24.00	24.00	20.50	15.40	10.00	3.60
10	199	Tiantongshan	121.7855	29.80710	max.temperature	7.80	9.400000	13.70	18.80	23.10	25.90	30.70	30.30	26.60	21.90	16.80	10.50

为了在随后的气候图中展示霜冻月份，必须提取每个地点的极端最低温度。将参数 Frost 从 FALSE 设置为 TRUE，并提供包含年极端最低温度数据集的路径。

```
# Modify the path of yours
a <- "G:/climplot/climdata/tmin"
b <- "G:/climplot/climdata/tmax"
c <- "G:/climplot/climdata/prec"
d <- "G:/climplot/climdata/extmin"
# extraction of climate data
plotdata <- clim_extract(locdata, a, b, c, Frost = TRUE, d)
```

No	Altitude	Location	Lon	Lat	Type	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2025	Motuo	95.3536	29.30420	precipitation	10.10	20.960001	44.85	98.94	136.67	232.45	243.60	204.74	207.16	74.80	9.20	5.19
1	2025	Motuo	95.3536	29.30420	min.temperature	-1.10	0.600000	3.70	7.20	11.20	13.70	14.90	14.60	14.10	9.90	3.70	0.60
1	2025	Motuo	95.3536	29.30420	max.temperature	12.30	13.800000	16.50	19.20	22.70	25.10	25.50	26.10	24.00	20.80	17.60	14.10
1	2025	Motuo	95.3536	29.30420	extreme.min.temperature	-2.00	-1.000000	2.00	7.00	11.00	13.00	13.00	13.00	13.00	9.00	2.00	0.00
2	1301	Wuliashan	100.5000	24.50000	precipitation	17.95	7.160000	20.38	37.63	60.43	158.30	203.94	187.86	120.89	103.53	23.70	26.15
2	1301	Wuliashan	100.5000	24.50000	min.temperature	6.80	8.500000	11.80	15.20	18.20	20.20	20.80	20.30	19.40	16.40	11.70	8.00
2	1301	Wuliashan	100.5000	24.50000	max.temperature	21.00	24.100000	26.70	29.00	30.10	29.90	28.40	29.00	27.80	25.30	23.30	19.90
2	1301	Wuliashan	100.5000	24.50000	extreme.min.temperature	6.00	8.000000	11.00	15.00	17.00	20.00	20.00	20.00	19.00	15.00	10.00	7.00
3	2082	Wawushan	102.9167	29.50000	precipitation	7.88	8.520001	24.04	59.87	100.53	195.40	180.20	164.01	163.07	62.63	15.26	11.20
3	2082	Wawushan	102.9167	29.50000	min.temperature	-5.20	-3.600000	0.00	4.30	7.70	10.80	13.70	13.40	10.30	5.40	1.00	-3.30
3	2082	Wawushan	102.9167	29.50000	max.temperature	4.00	6.100000	10.40	14.70	17.20	18.60	21.00	21.10	16.40	12.60	9.50	5.00
3	2082	Wawushan	102.9167	29.50000	extreme.min.temperature	-6.00	-4.000000	-2.00	3.00	7.00	10.00	12.00	12.00	9.00	4.00	0.00	-4.00
4	1204	Leibo	103.4667	28.45000	precipitation	9.54	9.820000	24.87	59.40	90.11	183.75	167.23	186.87	135.90	63.48	16.81	13.19
4	1204	Leibo	103.4667	28.45000	min.temperature	-1.10	0.400000	4.80	9.30	12.80	15.60	18.20	17.70	14.70	10.10	5.00	0.30
4	1204	Leibo	103.4667	28.45000	max.temperature	7.20	9.900000	15.10	19.30	22.30	23.50	26.70	26.40	21.50	17.00	13.40	8.10
4	1204	Leibo	103.4667	28.45000	extreme.min.temperature	-2.00	-1.000000	3.00	8.00	12.00	15.00	17.00	17.00	14.00	9.00	4.00	-1.00
5	1764	Longcanggou	102.8333	29.61667	precipitation	10.66	11.430000	30.11	64.58	100.11	190.93	221.56	223.73	174.51	66.62	19.30	13.67
5	1764	Longcanggou	102.8333	29.61667	min.temperature	-1.70	0.100000	4.20	8.30	11.60	14.30	17.40	16.70	13.50	8.70	4.80	-0.10
5	1764	Longcanggou	102.8333	29.61667	max.temperature	6.50	9.400000	14.00	18.50	21.40	22.90	25.30	25.20	20.30	16.30	12.60	7.60
5	1764	Longcanggou	102.8333	29.61667	extreme.min.temperature	-3.00	-1.000000	3.00	7.00	11.00	14.00	16.00	16.00	12.00	8.00	3.00	-1.00
6	1917	Jinfoshan	107.1933	29.00017	precipitation	26.40	23.619999	76.18	122.74	203.73	230.26	170.58	158.76	183.95	119.15	69.81	31.41
6	1917	Jinfoshan	107.1933	29.00017	min.temperature	-4.00	-3.000000	1.40	5.90	9.60	12.50	15.10	14.80	11.90	7.30	2.70	-2.30
6	1917	Jinfoshan	107.1933	29.00017	max.temperature	0.70	2.500000	8.70	13.30	16.40	18.40	22.40	22.30	17.30	12.50	7.50	2.60
6	1917	Jinfoshan	107.1933	29.00017	extreme.min.temperature	-6.00	-4.000000	-1.00	4.00	8.00	12.00	14.00	14.00	11.00	6.00	2.00	-3.00
7	863	Xishui	106.4667	28.30000	precipitation	16.95	14.140000	47.74	89.61	168.21	204.84	145.64	132.72	131.17	102.30	48.54	22.85
7	863	Xishui	106.4667	28.30000	min.temperature	2.20	3.400000	7.30	11.30	14.80	17.90	20.40	19.70	17.10	12.70	8.30	3.40
7	863	Xishui	106.4667	28.30000	max.temperature	7.00	9.100000	14.70	20.00	23.50	25.10	29.20	29.20	24.00	18.60	13.80	8.40
7	863	Xishui	106.4667	28.30000	extreme.min.temperature	1.00	2.000000	5.00	10.00	14.00	17.00	19.00	19.00	16.00	12.00	7.00	2.00
8	724	Tonglingshan	119.8598	27.82128	precipitation	64.76	100.150002	139.31	166.29	236.34	342.92	194.61	255.73	172.89	97.68	109.15	65.97
8	724	Tonglingshan	119.8598	27.82128	min.temperature	0.90	2.500000	5.70	10.70	15.00	18.20	21.10	20.50	17.90	13.00	8.60	2.90
8	724	Tonglingshan	119.8598	27.82128	max.temperature	8.50	10.100000	14.50	19.10	22.20	24.80	28.70	28.20	25.10	20.30	15.50	10.70
8	724	Tonglingshan	119.8598	27.82128	extreme.min.temperature	-2.00	1.000000	4.00	8.00	14.00	17.00	20.00	19.00	16.00	12.00	7.00	1.00
9	320	Qinglongshan	112.5341	23.17020	precipitation	43.45	52.770001	140.57	177.88	347.51	336.07	217.76	294.81	170.61	75.33	63.41	41.60
9	320	Qinglongshan	112.5341	23.17020	min.temperature	8.40	10.000000	13.50	17.80	21.30	23.00	23.50	23.20	22.20	18.90	14.90	9.40
9	320	Qinglongshan	112.5341	23.17020	max.temperature	15.20	16.700001	20.00	24.10	27.70	29.60	30.90	30.40	29.40	26.00	22.00	17.20
9	320	Qinglongshan	112.5341	23.17020	extreme.min.temperature	5.00	8.000000	11.00	16.00	20.00	22.00	23.00	23.00	21.00	18.00	13.00	7.00
10	199	Tiantongshan	121.7855	29.80710	precipitation	55.48	88.820000	96.93	113.17	129.56	200.36	109.97	167.46	173.39	90.52	83.16	67.74
10	199	Tiantongshan	121.7855	29.80710	min.temperature	1.60	2.700000	5.70	11.00	16.00	20.00	24.00	24.00	20.50	15.40	10.00	3.60
10	199	Tiantongshan	121.7855	29.80710	max.temperature	7.80	9.400000	13.70	18.80	23.10	25.90	30.70	30.30	26.60	21.90	16.80	10.50
10	199	Tiantongshan	121.7855	29.80710	extreme.min.temperature	-2.00	1.000000	4.00	8.00	15.00	19.00	23.00	23.00	19.00	14.00	8.00	2.00

在此模式下，导出的数据框中包含 5 种位置信息 (与导入的数据框中相同)，以及 12 个月份的 4 种气候数值。每个地点的年极端最低气温都作为新行包括在内。此模式的导出数据框存储在程序包的数据 `plotdata_Frost` 中，作为函数导出的示例。

至此，`clim_extact` 已经导出了绘制 Walter & Lieth 气候图所必需的全部资料。

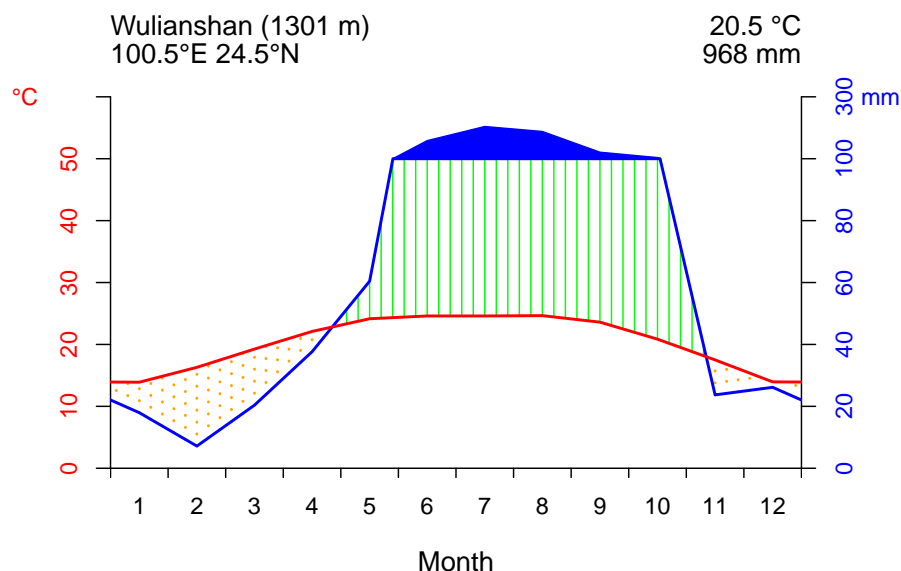
4 气候图绘制

`clim_plot` 函数可以按照不同风格的配色方案和信息表示方式绘制 Walter & Lieth 气候图。其参考了 CRAN 上的程序包 `climatol` 中的函数 `diagwl()`。

4.1 单个地点 Walter & Lieth 的气候图绘制

以 `plotdata` 和 `plotdata_Frost` 数据为例，导入到 `clim_plot` 中。

```
data("plotdata")
loc <- subset(plotdata, No == 2)
clim_plot(loc)
```

在上图中: - 红色曲线代表气温的年际变化, 蓝色曲线代表降水的年际变化。这两条曲线闭合形成了两种斑块, 表示湿度和干燥程度。竖线填充的斑块代表湿润季节, 散点填充的斑块代表干旱季节。与降水曲线颜色相同的多边形表示降水量大于 100mm 的月份, 表示雨季。- 左上角的信息包括名称、海拔高度和位置坐标。右上方为年平均气温和年平均降水量。

4.2 多个地点 Walter & Lieth 气候图绘制的解决方法

`clim_plot` 仅支持一次为一个地点绘制气候图, 因为我们建议绘制完成后每张图需要检查, 同时向函数导入多个气候数据向量会增加错误的风险。因此, 如果您需要自动对多个地点进行绘图, 建议使用循环功能:

```
data("plotdata")
list <- unique(plotdata$No)
par(mfrow = c(1, 1))
for (i in 1:5) {
  k <- list[i]
  sub <- subset(plotdata, No == k)
```

```

clim_plot(
  data = sub, ylabel = TRUE,
  ylab1 = "Temperature(\U{00B0}C)",
  ylab2 = "Precipitation(mm)",
  p50line = TRUE
)
}

```

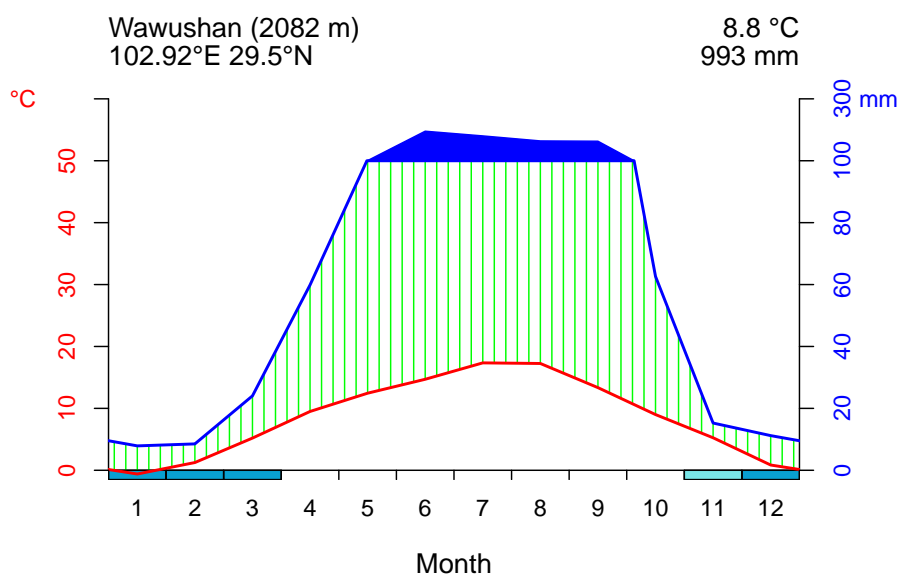
4.3 其他绘制气候图的提示

4.3.1 在气候图中标记霜冻月份

```

data("plotdata_Frost")
loc <- subset(plotdata_Frost, No == 3)
clim_plot(data = loc, showfrost = TRUE)

```

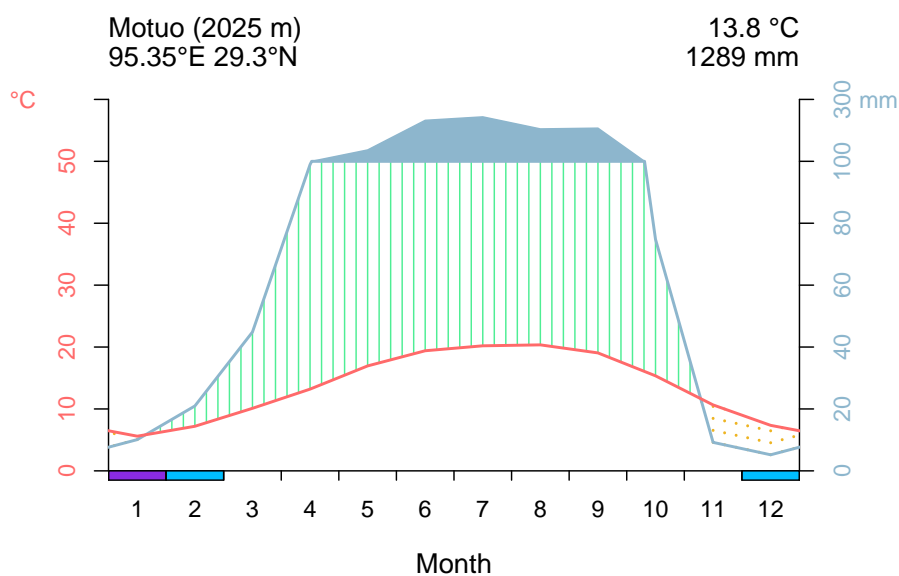


x 轴上浅蓝色的方块代表可能出现霜冻的月份, 深蓝色表示确定出现霜冻的月份。

4.3.2 改变颜色和坐标轴

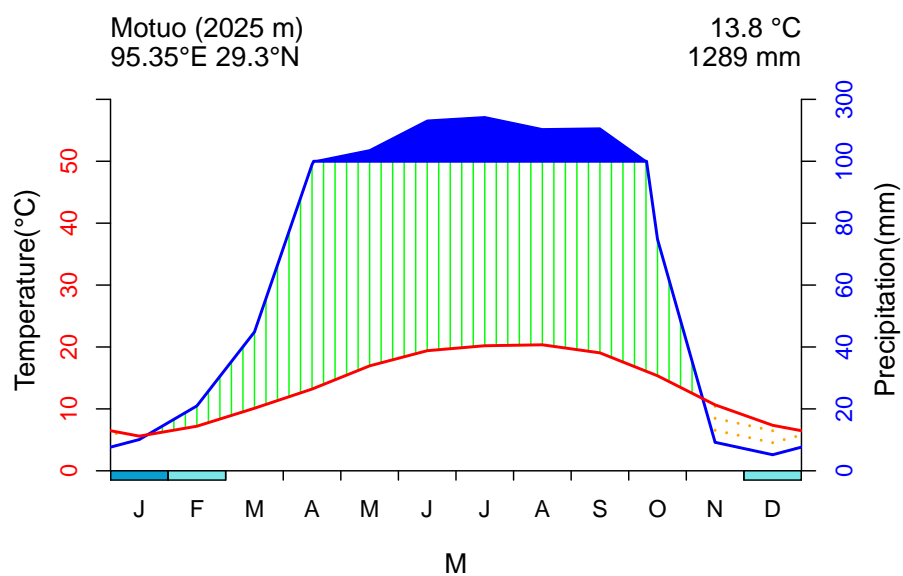
绘图颜色和坐标轴标签可自定义，以满足特定要求。可以调整温度和降水线，湿度、干旱、雨季斑块和霜冻月份色块的颜色。

```
loc <- subset(plotdata_Frost, No == 1)
clim_plot(loc,
  pcol = "#8DB6CD",
  tcol = "#FF6A6A",
  wcol = "#4EEE94",
  dcol = "#EEB422",
  pfc col = "#00BFFF",
  sfcol = "#8A2BE2",
  showfrost = TRUE
)
```



此外，可以控制轴标签的显示，并可以使用参数 `ylabel`, `ylab1`, `ylab2`, `mlab` 和 `xlab` 导入自定义标签。

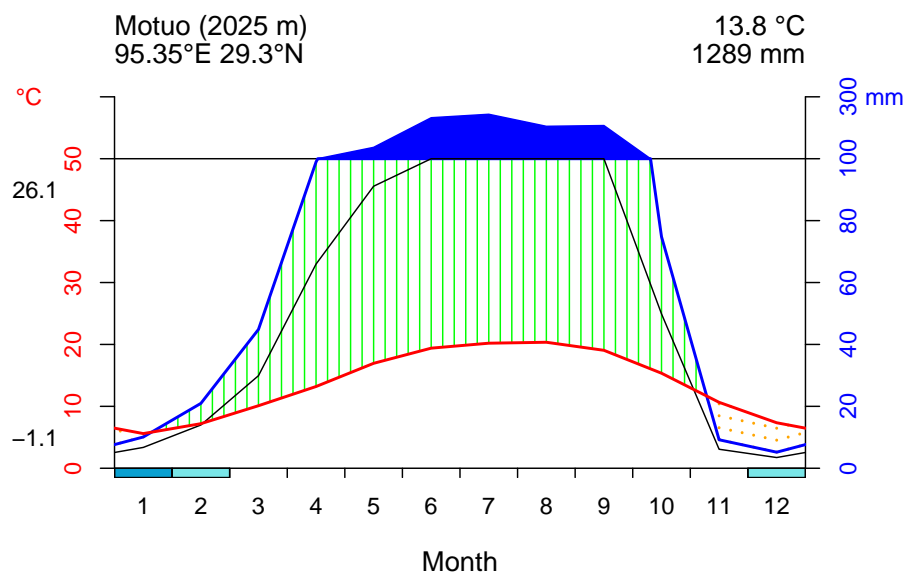
```
loc <- subset(plotdata_Frost, No == 1)
clim_plot(loc,
  xlab = "M", mlab = "en",
  ylabel = TRUE, ylab1 = "Temperature(\U{00B0}C)",
  ylab2 = "Precipitation(mm)", showfrost = TRUE
)
```



4.3.3 辅助标记

可选择显示极端温度、降水曲线辅助线、50°C-100mm 辅助标记线。

```
loc <- subset(plotdata_Frost, No == 1)
clim_plot(loc,
  line_p3 = TRUE,
  line_p50 = TRUE,
  temp_extreme = TRUE, showfrost = TRUE
)
```



5 参考文献

1. Guijarro J A (2023). climatol: Climate Tools (Series Homogenization and Derived Products), 4.0.0., <https://CRAN.R-project.org/package=climatol>.
2. Fick, S.E. and R.J. Hijmans, (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315.
3. Harris, I., Osborn, T.J., Jones, P.D., Lister, D.H. (2020). Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data* 7: 109.
4. Walter H & Lieth H (1960): *Klimadiagramm Weltatlas*. G. Fischer, Jena.