基本语法

sum(x)#求和　barplot(x)#条形图

cat("1+1",1+1,sep="=")　　#命令行：1+1=2
cat(…,file="test.txt")　#写入指定文件
cat(……,append=TRUE)#不覆盖原文件
sink()：把命令行结果保存到文件；保存文件的同时在命令行显示：split=TRUE
sink("test.txt",split=TRUE)#开始输出　sink()#停止
source()：运行.R 文件中的代码
getwd()：获取工作目录
setwd()：改变当前工作目录
ls()：查看保存在工作空间的对象
rm()：删除对象　　rm(list=ls())清空对象

默认的包：getOption("defaultPackages")
目前加载在环境中的包：(.packages())
从官网安装 R 包：install.packages("BeSS")
R 包加载：library(BeSS)或 require(BeSS)

>>>居中|右对齐|左对齐|默认
>>>:-:|-:|:-|-|-（换行）>>>A|B|C|D
输出：>>>

居中	右齐	左齐	默认
A	B	C	D

自动超链接：http://www.ustc.edu.cn
标准超链接：[中科大](http://…)
带鼠标标题：[中科大](http://…"南七")
插图图片：

数据类型

整型：如 1L;　　字符型;
数值型/双整型：如 1，1.1
逻辑型：TRUE 和 FALSE，缺失时为 NA
复数类型：存储复数，如 1+3i
日期时间类型(Date,POSIXct,POSIXlt)
因子型：存储分类数据，如 factor("male")
特殊符号：NA，NULL，NaN，Inf(infinite)

typeof()判断数据类型
is.foo()判断是否属于某种类型 foo
as.foo()强制转换成 foo 类型

2^2#幂运算　　5%%2#取余运算
5%/%2#整除运算　　log10(100)#对数
exp(1)#指数　　round(3.14)#四舍五入
round(3.14159，2)　#四舍五入到两位小数
floor(3.1)#向下取整　pi　　#圆周率
ceiling(-3.1)　　#向上取整，结果为-3

7!=5　##[1]T　　!(5>7)　##T
(5>7)&(6*7==42)　　##[1]FALSE
(5>7)|(6*7==42)　　##[1]TRUE
判断两个浮点型对象是否完全相同，不能用==和 identical(a,b)，应该用 all.equal(a,b)

nchar()以字符个数为单位计算字符串长度
nchar("茉子",type="bytes")#以字节为单位
toupper()全部大写；tolower()全部小写
substr(x,start,stop)从字符串 x 中取出从第 start 个到第 stop 个的子串，开头为 1
substring(x,start)可以从字符串 x 中取出从第 start 个到末尾的子串
substr(x,start,stop)='y'替代特定位置
gsub(pattern,replacement,x):在 x 中找到 pattern 对应字符，替换成 replacement
paste("常陆",…,"茉子",sep="-")连接两个以上字符型对象，默认用空格连接
paste0()默认直接连接没有间隔
strsplit(x,split=",")#",　"拆分 x

[0-9]表示数字，等价于\d
[a-zA-Z0-9]表示数字和所有的英文字母，等价于\w 和[:alnum:]
[:cntrl:]表示 ASCII 控制字符
[:punct:]表示不属于[:alnum:]、[:cntrl:]的
[:space:]表示任意空格
+一个或多个，?零个或一个，^x 除 x 外任意字符
gsub('[[:space:]]+',"",x)#删除 x 中多余空格
strsplit(x,split="[[:space:]]|[:punct:]]")
#用空格和符号拆分 x（会变成一个个单词）

Date 为整数，值为从 1970/1/1 经过天数
POSIXct 值为从 1970/1/1 零时经过秒数
POSIXlt 保存从年到秒的列表
Sys.Date()##"2024-07-21"←Date
Sys.time()##"2024-07-21_11:45:14_CST"←POSI
as.Date()，as.POSIXlt()，as.POSIXct()从字符型数据生成日期型数据，指定格式：rmat="%m/%d/%Y"，默认分隔符为-或/　%Y 年(四位)%y 年(两位)
%m 月(数字格式)%B 月(英文全称)%b 月(英文简称)
weekdays()#获取星期 quarters()#季度
as.Date("…07-21")+10　　##[1]"2021-07-31"
as.Date("…07-21")-21　　##[1]"2021-06-30"
as.POSIXlt("…18:47:22")-30　##"…18:46:52"
difftime(as.Date("2021-9-10"),as.Date("2020-9-10"),units='days')##Time_difference_of_365_days
difftime(as.POSIXlt("2021-9-10_18:47:22"),
　　as.POSIXlt("2021-8-10_10:47:22"),
　　units='days')　　##31.33333days

有序变量类之间有大小顺序关系，如打分"A"，"B"，仅知道"A">"B"，不知道类之间差异是多少，即不能进行运算"A"-"B"
无序变量类之间没有顺序，如性别职业等
factor(LETTERS[1:3])　　##Levels:ABC
factor(LETTERS[1:3],ordered=TRUE)##Levels:A<B<C
factor(LETTERS[1:3],ordered=TRUE,levels=c("C","B","A"))
　　##Levels:C<B<A

数据结构

factor(c("男","女"))　　#因子型向量
c(7,21)>10#逻辑型，值为#FALSE，TRUE
c('茉子',1,NA)#字符型;　　c(7,21)#数值型
构建规则向量：1:10　　#1 到 10
seq(from=5,to=25,by=5)　#5,10,15,20,25
seq(as.Date('…7-21'),by='days',length=5)#连续五天
seq(as.Date('2021-07-21'),to=as.Date('2022-07-21'),by='2_weeks')　　#间隔两周
运算：x<-c(7,21)，y<-c(0,0,1,2,3)
x*1　##[1]7,21　　x>10　##[1]FALSE,TRUE
x+y　##[1]7,21,8,23,10(重复用短的)
c(1,NA,3)>2　　##[1]FALSE,NA,TRUE
(x>10)&(x<30)　　##[1]FALSE,TRUE
unique(c(1,2,3,2))　#找出唯一元素##[1]123
intersect(c(1,2,3,2),c(1,2))　#交集　##[1]12
union(c(1,2,3,2),c(1,2))　#并集　##[1]123
setdiff(c(1,2,3,2),c(1,2))　#差集　##[1]3
setequal(c(1,2,3,2),c(1,2,3))　#是否相等##TRUE
order()返回排序序号;　　sort()返回排序结果
all(x>0)　　##[1]TRUE
identical(x,y)　比较对应位置元素是否一致
all.equal(x,y)　比较 x,y 包含元素是否一致
match(c(1,3),c(2,3,4,3))　　##[1]NA,2
which(c(1,3)%in%c(2,3,3))　　#找符合的下标#2
table(c(1,2,3,2))　　统计各元素个数返回表格
substr(x,1,2)　　返回 x 每个元素的 1-2 字符
paste(x,y)　　在 x 各元素尾追加 y 各元素
下标子集：x[2]访问 2 位置的元素和子集
x[-2]扣除 2 位置的元素后的子集
x[5]下标超界　##NA　　x[0]　##numeric(0)
x[4]<-1　　##7,21,NA,1　x[x>7]　##21

matrix(1:6,nrow=2,ncol=3)2 行 3 列先填列
rbind() 按列合并　　cbind() 按行合并
diag(n) n 阶单位阵　　diag(c(3,4))对角线 3,4
dim()返回列数行数 nrow()行数 ncol()列数
运算：A*B 对应元素相乘，不是矩阵乘法
A%*%B 矩阵乘法，要求 A 列数等于 B 行数
t()转秩　　det()行列式
solve(A)A 的逆　　solve(A,b)Ax=b 的解
crossprod(A,B)A^TB　tcrossprod(A,B)AB^T
crossprod(A)A^TA　tcrossprod(A)AA^T
apply(A,i,FUN)把矩阵 A 的每一列分别输入到函数 FUN 中，得到对应于每一维度的结果，其中 i=1 表示对行进行运算，i=2 表示对列进行运算
summary()　　函数按列输出汇总信息
rowMeans(),colMeans(),rowSums(),colSums()
下标子集：A[6]　　#同向量，先列后行依次取
A[1,2]　　#提取 A 的第一行第二列的元素
A[1,]　　#提取 A 的第一行，返回一个向量
A[1,,drop=FALSE]　#保持原有行列数
A[1:2,c(1,3)]　　#提取指定行列对应的子矩阵
A[A>2]　　#A 中所有大于 2 的元素

数组名<-array(数组元素,dim=c(第一下标个数,第二下标个数,…,第 s 下标个数))
arr<-array(1:24,dim=c(2,3,4))#2 行 3 列 4 维，填充先列后行再维，数组是矩阵拓展，运算同矩阵

x<-list("茉子",7,TRUE)　　列表元素类型可不同
names(x)<-c("name","age","love")　#命名
list(name="茉子",age=18,love=TRUE)#初始命名
单个列表元素必须用两重方括号格式访问
　　x[[1]]##"茉子"　　x[['age']]##18
若用单重方括号，结果是列表而非元素
或用$访问：x$love　##TRUE
直接给列表不存在的元素名定义元素值就添加了新元素：x$sex<-TRUE，赋值为 NULL 就删掉该元素
要把已经存在的元素改为 NULL 值而非删除，或给列表增加一个值为 NULL 的元素，要用单重方括号取子集，使子集保持其列表类型，给这样的子列表赋值为 list(NULL)如 dist['sex']<-list(NULL)
as.list()转换成列表 unlist()列表转基本向量

d=data.frame(1:2,log=c(TRUE,FALSE),char=c("M","F"))2 行 3 列，列间不同类
因为数据框的一行不一定是相同数据类型，固数据框的一行作为子集，结果还是数据框，而非向量
(d$列一+d$列二)/exp(d$列三)等价于 with(d,(列一+列二)/exp(列三))

数据处理

load("cats.RData")#读取数据
read.csv()参数设置：
　header:导入数据是否带列标题,默认 TRUE
　sep:列与列之间的文本分隔符
　stringsAsFactor:导入数据时是否奖字符串数据转化成因子类型，默认是 TRUE
　na.strings=x 指定字符串 x 为缺失值 NA
　row.names=x 指定列名为 x 的列为行名
　skip=x 跳过前面 x 行
readLines()按行读取，每一行记为一个字符串
head(x,n)选择数据框 x 的前 n 行
tail(x,n)选择数据框 x 的倒数 n 行
View(x)：打开界面查看数据

subset(d,d$年龄<18)提出子集
d[d$年龄<18&d[,"性别"]=="男",c("性别","年龄","疗程")]　　#同时选择行和列的子集
order()　　#返回排序后各个元素的原位置信息
head(d[order(d[,"年龄"]),],6)　#年龄最小的前 6 行
d[apply(is.na(d),1,any),]　　#所有有缺失值的行

如果行号都一样，那么使用 data.frame(dat1,dat2)或者 cbind(dat1,dat2)直接合并即可
如果行号不一样，用 merge(dat1,dat2,by=x)按照列名为 x 来合并，只保留 x 元素相同的行，即同时在两个数据框中的行
用 merge(dat1,dat2,by.x=x,by.y=y)把 dat1 中的 x 列和 dat2 中的 y 列作为合并的标准

scale()把每一列都标准化，即每一列都减去该列的平均值，然后除以该列的样本标准差
scale(x,center=TRUE,scale=FALS)仅中心化不标准化
总体信息：summary()，table()
位置度量：mean(),median()
分散程度（变异性）度量：sd(),IQR(),mad()
分位数：min(),max(),quantile()
mean(d$疗程,na.rm=TRUE)去除 NA 数值来计算
aggregate(d[,c(3:5,7)],by=d[c("分型","性别")],mean)对输入的数据框用指定的分组变量（或交叉分组）分组进行概括统计（不同分型、性别均值）
tapply(d[,"性别"],INDEX=d["分型"],table)对向量进行分组概括（不同分型下的性别数量），不计算 NA，通过 useNA="always"或 useNA="ifany"来把 NA 计算在内，后者在 NA 为 0 个是不进行显示
table(d[,"分型"],d[,"性别"])对两个分类变量进行交叉分组计算频数（行为分型列为性别的 2x2 表格）

dplyr 包
d<-readxl::read_excel("covid.xlsx",col_names=TRUE)
filter(d,d$年龄<18,性别=="男")　　按行筛选数据
select(d,性别,年龄,疗程)　　按名称选取变量/列
arrange(d,性别,desc(年龄))　　按两列对行排序数据
mutate(d,住院时间=出院时间-入院时间+1)创建新列变量，返回含有新变量以及原变量的新数据框
summarise(group_by(d,分型,性别),mean(年龄),mean(入院时间),mean(出院时间))按照分型和性别分组汇总数据
%>%管道，x%>%f(y)转换为 f(x,y):
d %>%
　mutate(住院时间=出院时间-入院时间+1) %>%
　filter(年龄<18)　　#计算住院时间并筛选未成年

set.seed(seed,kind=NULL,normal.kind=NULL,sample.kind=NULL)　　#设置随机数种子
　seed=k 指定一个编号为 k 的种子，这样每次从 k 种子运行相同的模拟程序就可以得到相同的结果
　kind=指定后续程序要使用的随机数发生器名称
　normal.kind=指定用的正态分布随机数发生器名
runif(n)　　#产生 n 个标准均匀分布随机数
rnorm(n)　　#产生 n 个标准正态分布随机数
sample(x,size,replace=FALSE,prob=NULL)
　x 用以存储有限集合的向量，也可以为一个正整数（此时集合为 1:x）
　size 指定抽样个数，即样本数
　replace=指定是否为有放回抽样，TRUE 是有放回抽样，FALSE 是无放回抽样
　prob=c(.2,.3,.5)指定各种权重抽取，默认等概率

基本绘图

graphics 包的 plot()
barplot()函数可以对这样的频数结果绘制条形图
　main=：标题
　col=：不同条形的颜色函数 colors()可以返回 R 中定义的用字符串表示的六百多种颜色名字
　horiz=是否需要横排，默认为 FALSE 竖排
　beside=是否为并排条形图，默认为 FALSE，即堆叠条形图

pie()饼图可以看成一种特殊的条形图，它是将条形图的 y 值变成了角度

boxplot(d[,"年龄"])箱线图可以简洁地表现变量分布，主要利用 5 个点来绘制,中间粗线是中位数,盒子上下边缘是和分位数,两条触须线延伸到取值区域的边缘
boxplot(年龄~性别,data=d)盒形图可以很容易地比较两组或多组数据的分布情况

hist(x)对 x 作频数直方图，直方图自动等距分段，纵坐标为每段的样本点个数
　freq=FALSE 改变 y 轴的计数为比例
　main=：标题
　xlab=，ylab=：x/y 轴标签
　xlim=，ylim=：x 或 y 轴的绘图范围
　add=TRUE：在已有的直方图上再叠加一个

density(x)对数据 x 进行核密度估计，需配合 plot()来进行画图，如 lines(density(d[,"年龄"]))

plot(x,y)或者 plot(y~x,,data=d)散点图
　pch：点的形状
　col：点的颜色，输入数字或颜色的名字
　col=ifelse(性别=='男','blue','red')#用颜色分类
　cex：点的大小
　　cex=1+(入院时间-min(入院时间))/(max(入院时间)-min(入院时间))#用气泡大小表现第三维（入院时间的早晚）

plot 函数中使用 type='l'参数可以作折线图，lwd 指定线宽度，lty 指定虚线

qqnorm(d[,"年龄"])正态 QQ 点图
qqline(d[,"年龄"],lwd=2,col='blue')正态 QQ 线图
qqplot(x,y)判别两个数据是否来自于同一个分布

curve(expr,from,to)可以对以 x 为自变量的表达式 expr 做函数曲线，或者对某个函数作函数曲线

用 persp 函数作三维曲面图,contour 作等值线图,image 作色块图
坐标 x 和 y 构成一张平面网格，数据 z 是包含 z 坐标的矩阵，每行对应一个横坐标，每列对应一个纵坐标，persp(x,y,normal.mat)另两个同
rgl 包里的 plot3d 函数可绘制三维散点图

低级图形也包含 legend(),axis(),text(),mtext(),par()等给图形添加图例、坐标系、文字和改变图形参数
用 abline()函数在图中增加直线
　a 指定截距　　v 指定横坐标画竖线
　b 指定斜率　　h 指定纵坐标画水平线
points()：在图中增加散点 lines()：在图中增加折线

par()函数通过设置 mfrow（按行）或者 mfcol（按列）将页面分几个区域，每个区域对应一个图形
layout()函数提供一种更灵活的图形组合方式，允许有着不同尺寸的区域

ggplot2 画图

library(ggplot2)
ggplot(data=mp,aes(x=displ,y=hwy))+geom_point()
　数据：mp
　图形属性映射：aes(),d 映射到 x 轴,h 映射到 y 轴
　几何对象：geom_point()，散点图

ggplot2 中的数据必须存储在 data.frame 格式中，通过 aes()函数将数据映射到图形属性：
ggplot(data=mpg,aes(x=displ,y=hwy,color="blue"))
　+geom_point()
　x:映射到 x 轴的变量　　y:映射到 y 轴的变量
　color:轮廓颜色　　fill:内部填充颜色
　alpha:透明度　　shape:点的形状
　linetype:线型，如实线 solid,虚线 dashed,点线 dotted　　size:图形属性的大小

ggplot2 层层叠加，层间通过+连接，每层图形通过 geom 或 stat 产生；每层图形的映射可从 ggplot()函数继承，也可重新定义；可把基础图层保存下来，后面在此基础上添加不同图层

几何对象实现图层实际渲染，控制创建图形类型：
　geom_bar():离散变量分布　geom_line():折线图
　geom_boxplot():箱线图　　geom_point():散点图
　geom_histogram():直方图　geom_ribbon():条带
　geom_smooth():最佳拟合平滑曲线
统计变换通过某种形式的概括来转换数据，伴随着几何对象使用，很少直接调用：
　stat_bin()==geom_bar(),geom_histogram()
　stat_boxplot()==geom_boxplot()
　stat_contour()==geom_contour()
　stat_sum()==geom_count()
　一些不能用 geom_***函数创建的统计变换：
　stat_ecdf()：计算经验累计分布函数图
　stat_summary()：在不同的 x 值上概述 y
　stat_qq()：Q-Q 图的计算
　stat_unique()：去掉重复的行

标度控制着数据到图形属性的映射，将数据转化为视觉上可以看得到的东西，如大小，颜色，形状
标度提供了读图时所用的工具：坐标轴和图例
标度 scale_y_log10()由三个分离的下划线"_"组成：
　scale；图形属性的名字如：colour,shape,x,y,fill;
　标度的名字，如：
　　连续时间标度：用于映射整数、数值、时间等到 x 轴或 y 轴，如 continuous
　　颜色标度：用来映射连续或离散数据到颜色
　　人工标度：用来映射离散数据到所选的尺寸、线性或颜色上，如 discrete,manual

线性坐标系：保持了几何对象的形状
　coord_cartesian()：默认的笛卡尔坐标系
　coord_fixed()：宽高比固定的直角坐标系
　coord_flip()：x 轴和 y 轴反转了的笛卡尔坐标系
非线性坐标系：可以改变形状，如直线不再是直线
　coord_map()/coord_quickmap()：地图投影
　coord_polar：极坐标系
　coord_trans()：对数据进行统计变换之后，对 x 和 y 位置进行任意变换
　coord_trans(y="log10")#对 y 轴取 log 变换

分面通过切割数据生成一系列小连号图：
　facet_null():单个图像，默认情况
　facet_wrap():把 1 维面板条状封装在 2 维中
　facet_grid():生成 2 维面板网格,行列由变量组成
封装分面 facet_wrap()
　ggplot(data=mp,aes(x=di,y=hw))+geom_point()
　facet_wrap()函数把 1 维面板条状封装在 2 维中，在处理单个多水平变量时，特别有用

通过 nrow,ncol,as.table,dir 控制网格封装条块：
nrow,ncol 控制有多少行/列(设置一个即可)
as.table 控制分面的布局，TRUE 最高值显示在右下角，反之则显示在右上角
dir 控制封装的方向，h 表横向，v 表纵向
网格分面 facet_grid()在 2 维网格中展示图像：
.~a 把 a 的值按列展开
b~.把 b 的值按行展开
b~a 把 a 的值按列展开，把 b 的值按行展开
可以是多个的，如 a+b~c+d
标度控制：通过调整 scales 来控制面板的位置标度
scales="fixed":x 和 y 标度在所有面板中都固定
scales="free_x":x 的标度可变，y 的标度固定
scales="free_y":y 的标度可变，x 的标度固定
scales="free":x 和 y 标度在每个面板都可以变化
主题对图像中的非数据元素进行精细调整，不影响几何对象和标度等数据元素
ggplot2 自带了八种内置主题 theme_grey(),theme_bw(),theme_linedraw(),theme_light(),theme_dark(),theme_minimal(),theme_classic(),theme_void()
修改单个主题组件，则需要使用形如 plot+theme(element.name=element_function())
主题元素（element.name）制定了能控制的非数据元素，如 plot.title 控制了图像标题的外观，axis.ticks.x 控制了 x 轴上的标签
元素函数（element_function）描述的是元素的视觉属性，如 element_text()设定了字体的大小、颜色内置的元素函数有四种基本类型：
文字（element_text）:绘制标签和标题，如控制字体的 family(字体族)、face(字型)、colour(颜色)、size(大小)、hjust(横向对齐)等
线条（element_line）:绘制线条，参数有 colour(颜色)、size(大小)和 linetype(线条类型)
矩形（element_rect）:绘制（背景的）矩形，参数有 fill(填充)的颜色、边缘的 colour(颜色)、size(大小)和 linetype(线条类型)
空白（element_blank）:不绘制任何东西

程序控制结构

if(条件){表达式}else_if(条件){表达式}else{表达式}
ifelse(x>=0,x,-x)根据逻辑向量条件，选择不同结果
一般使用&&或||来组合多个逻辑表达式，因为只返回一个逻辑型标量；||遇到第一个 TRUE，则返回 TRUE 不再继续；&&遇到 FALSE 同理
&或|是向量化操作符，作用于向量时返回多个值；非要使用，用 any()或 all()将其转换为单个逻辑值
for(循环变量 in 序列){表达式}
如果要对向量元素遍历，采用下标访问，用 seq_along(x)取代 1:length(x),避免出现长度为零时出现错误下标：for(i_in_seq_along(x)){print(x[i])}
while(循环继续条件){表达式}
repeat{…if(循环推出条件)break}#等于 while(TRUE)
replicate(重复次数,{要重复的表达式})

函数和并行计算

函数名<-function(形式参数表){函数体}
return(y)的方式在函数体的任何位置退出函数并返回 y 的值，还可以用函数体的最后一个计算表达式作为返回值
function(x,c=1)给定形参 c 的缺省默认值
stopifnot()检查输入值是否满足括号内表达式，如有不满足的则停止执行后续命令并返回错误信息
函数在调用执行时，除非用到某个形式变量的值才求出其对应实参的值。形参缺省值也是只有在函数运行时用到该形参的值时才求值
允许在函数体内定义函数，但在函数内部定义的函数只能在局部使用
在调用函数 foo 前输入 debug(foo)命令，可在下面实际调用时进入调试模式
在程序中插入 browser()函数，可进入跟踪调试状态，可以实时地查看甚至修改运行时变量的值
用 browser()函数与 if 结构配合可以制作条件断点，如在调试带有循环的程序时，发现错误发生在循环变量 i 等于 501 的时候，就可以在循环内插入：if(i==501)browser()

```
library(snowfall)并行计算
    f10<-function(k,n){…}
    n<-5000000
    nk<-20              #预先设置运算函数
```

sfCpus()查看本计算机的虚拟核心（线程）数
sfInit(parallel=TRUE,cpus=4)发现有 4 个节点，用 sfInit()建立临时的有 4 个节点的单机集群
sfExport("f10","n")用 sfExport()把计算所依赖的对象预先传送到每个节点
类似的函数有
sfLibrary：把计算所依赖的包导入到每个节点
sfSource：把依赖的源代码文件导入每个节点
sfExportAll：导入所有的全局变量
v.sf<-sfSapply(2:(nk+1),function(k)f10(k,n))此函数是 sapply 函数的并行版本，用它来对 k 并行地循环，类似的函数有 sfLapply、sfAapply
sfStop()并行执行结束后解散临时集群，防内存泄漏

RShiny

Shiny 应用有两个组成部分：用户界面对象(Userinterface,UI)、服务端函数(Serverfunction)
这两个部分被作为参数传输到 ShinyApp 功能函数，再根据 UI/Server 对生成一个 Shiny 应用网页
搭建 RShiny
目的是搭建一个网页应用：基于 faithful 数据绘制直方图，并允许用户交互指定直方图窗宽的个数
第一步：定义 Shiny 应用后台的 R 代码

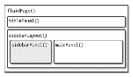
```
x<-faithful[,2]
input<-9                                #↓9 个柱子
bins<-seq(min(x),max(x),length.out=input+1)
hist(x,breaks=bins,col='darkgray',bor-
  der='white',xlab='Waitingtimetonexterup-
  tion(inmins)',main='Histogramofwaitingtimes')
```

第二步：定义用户界面对象/前端

```
#DefineUIforapplicationthatdrawsahistogram
ui<-fluidPage(
    #Applicationtitle
    titlePanel("OldFaithfulGeyserData"),
    #Sidebarwithasliderinputfornumberofbins
    sidebarLayout(
        sidebarPanel(
        sliderInput("bins","Numberofbins:",min=1,
                    max=50,value=30)),
        #Showaplotofthegeneratedistribution
        mainPanel(plotOutput("distPlot"))))
```

UI 使用 fluidPage()函数来指定网页的布局：
标题栏：titlePanel()
网页的布局：通过一层层地设计，而且每一层布局都要在输出中有所对应
这里用的是 sidebarLayout()来实现左右布局的
边栏：sidebarPanel()
主体部分：mainPanel()
效果图：左边栏是用于摆放控件，右边空间用于展示图形、表格或者其他形式

```
fluidPage(#创建网页
    titlePanel(),          #标题栏
    sidebarLayout(     #常用的边栏布局，将输入布局到左侧，输出布局到右侧设置 position="right"
        sidebarPanel(), #边栏
        mainPanel()))   #主体
```



所有输入控制函数都有相同的第一形参 inputId，如果 inputId 为"name"，那么后台端会通过 input$name 来访问它
自由文本：
textInput(),passwordInput(),textAreaInput().
数值输入：numericInput()，sliderInput().
日期输入：dateInput(),dateRangeInput().
单选：selectInput()，radioButtons().
多选：checkboxGroupInput().
上传文件：fileInput().

```
province<-c("中科大","清华","北大")
ui<-fluidPage(
    textInput("变量名","显示问题"),   #文本输入
    numericInput("num","Numberone",
        value=0,min=0,max=100),     #数值输入
    selectInput("state","学校",province),#单选
    checkboxGroupInput("animal","学校",province))
server<-function(input,output,session){}# ↑多选
shinyApp(ui,server)
```

plotOutput()是对输出的控制，所有的输出函数都有相同第一形参 outputId，如果 outputId 为"name"，那么后台端会通过 output$name 访问它；其余形参为具体的内容，如 width 等：
plotOutput()图形 tableOutput()静态表格
textOutput()带有格式的文本
verbatimTextOutput()代码和控制台输出
dataTableOutput()动态表格 imageOutput()图片

```
ui<-fluidPage(textOutput("text"),verbatimTextOut-
  put("code"),tableOutput("static"),dataTableOut-
  put("dynamic"))#文本,代码,静态表格,动态表格
server<-function(input,output,session){
    output$text<-renderText({"数据汇总如下"})
    output$code<-renderPrint({summary(1:10)})
    output$static<-renderTable(head(mtcars))
    output$dynamic<-renderDataTable(mtcars,op-
      tions=list(pageLength=5))}
shinyApp(ui,server)
```

第三步：配置后台端（服务器）
通过 server()将前端的 input 输入到第一步的代码中，并将代码运行后的结果作为输出内容 output 和前端的输出匹配
这里的输出内容是图形，因此使用 renderPlot()进行输出，定义输出的名称为 distPlot，和第二步中的 plotOutput("distPlot")相对应
通过调用前端的输入参数 input$bins 实现用户指定窗格的个数

```
server<-function(input,output){
    output$distPlot<-renderPlot({
        #generatebinsbasedoninput$binsfromui.R
        x<-faithful[,2]
        bins<-seq(min(x),max(x),length.out=in-
          put$bins+1)
#drawthehistogramwiththespecifiednumberofbins
        hist(x,breaks=bins,col='darkgray',border=
            'white',xlab='Waitingtimetonexteruption(in
            mins)',main='Histogramofwaitingtimes')})}
```

每个前端输出函数都会在后端匹配一个 render***()函数，将 R 中某种形式的输出传递到网页上：
文本：textOutput()和 renderText()
代码,控制台:verbatimTextOutput(),renderPrint()
表格：静态表格：tableOutput(),renderTable()
动态表格:dataTableOutput(),renderDataTable()
绘图：plotOutput()和 renderPlot()
第四步：将前端和后台端连接，创建网页

```
shinyApp(ui=ui,server=server)
```

R 包开发

第一步：创建一个空的 R 包，包内自动包括：
R/目录　　man/目录
描述文档 DESCRIPTION
命名空间文件 NAMESPACE
RStudio 项目文件 pkgname.Rproj
接下来，删除以下文档：
NAMESPACE：自动产生
man/hello.Rd：自动产生
R/hello.R：修改 R 代码，因此先行删除
R 包名称只能包含字母，数字和点号(.)，必须以一个字母开始，且不能以点号结束
第二步：编辑描述文档，包括标题,描述,作者,版本,依赖：可以通过 Imports 或 Suggests 来刻画新建的软件包所依赖的包，两者的区别在于依赖的程度
Imports 中的包是必须安装的，在别人安装你的包的时候会同时把 Imports 中的包安装
Imports:stats,Matrix(>=1.2-6)#版本限制
Suggests 是建议安装的，不是必须的
Suggests:stats,Matrix
第三步：将 R 代码保存到 R/目录下
将 R 代码保存到.R 文件，并将文件保存在 R/目录下
第四步：添加对象文档
文档通常保存在 man/目录下，以.Rd 作为后缀，语法大致基于 LaTex，最后会被编译成 HTML、纯文本和 PDF 格式的帮助文档以供查看
可手动编辑.Rd 文档，但更推荐使用 roxygen2 包，因为可自动管理 NAMESPACE 和 DESCRIPTION
大致的工作流程如下：
1.在.R 文档中添加 roxygen 注释
2.运行 devtools::document()或在 RSudio 中按 Ctrl+Shift+D 转化 roxygen 注释为.Rd 文档
3.利用?预览文档，或点击来查看
4.修改注释，重复上面的步骤，直到满足要求
Roxygen 注释总是#'开始，放在函数的前面。
第一句是文档的标题，应该占一行（80 个字符以内），句首字母大写，并以句号结束
第二段是描述，用以简要说明函数的功能
第三段以及随后的段落进行细节的描述，通常可以分解成标签：
@param 描述函数的输入或参数，及参数类型、用途，所有参数必须提供文档
@examples 提供可执行代码,演示如何使用函数.用\dontrun{}包括无需运行的代码
@return 描述函数的返回值
也可撰写帮助页面,描述包中最重要部分.方式为 NULL 函数添加@docType 和@name
第五步：测试 R 包
检查 R 包，安装 R 包，测试 R 包是否安装正确
测试数据
将数据保存在新建文件夹 data/中，并以.RData 作为后缀，通过 data(YourDataName)即可导入数据
如果 DESCRIPTION 文档中包含了 LazyData:true，则数据集只有等到调用的时候才会读入内存
@format 描述数据集；对于数据框，应包括一个描述每个变量的定义列表
@source 提供数据来源的细节，通常是一个\url{}

Rcpp

```
library(Rcpp)
cppFunction("C 代码，如定义 double 函数 sumC")
sumC(3.5,6.5)  #调用在 R 代码里嵌入 C++函数
```

更好的方式是把程序保存在"*.cpp"文件中，然后调用 sourceCpp()编译使用：sourceCpp("….cpp")
cpp 文件开头应额外添加：
头文件：#include<Rcpp.h>
输出注释：//[[Rcpp::export]]
用 wrap()把 C++变量返回到 R 中。当 C++中赋值运算的右侧表达式是 R 对象或 R 对象部分内容时，可隐含调用 as()将其转换成左侧的 C++类型
用 as()函数把 R 变量转换为 C++类型。当 C++中赋值运算的左侧表达式是 R 对象或其部分内容时，可隐含调用 wrap()将右侧 C++类型转换成 R 类型

Rcpp	R	说明
IntegerVector	c(…) or vector(mode = "integer", …)	整数向量
NumericVector	c(…) or vector(mode = "double", …)	数值向量
LogicalVector	c(…) or vector(mode = "bool", …)	逻辑型向量
CharacterVector	c(…) or vector(mode = "character", …)	字符串向量
IntegerMatrix	matrix()	整数矩阵
NumericMatrix	matrix()	数值矩阵
CharacterMatrix	matrix()	字符串矩阵
DataFrame	data.frame()	数据框
List	list()	列表

R 版本：fooR<-function(x,y){ifelse(x<y,x*x,-(y*y))}
Rcpp 糖：NumericVector_fooRcpp(NumericVector_x,NumericVector_y){returnifelse(x<y,x*x,-(y*y));}
逻辑判断函数：any,all
数学函数 abs(),exp(),floor(),ceil(),pow()
产生糖表达式的函数：is_na(),seq_along(),seq_len(),pmax(),pmin(),ifelse()
apply 族函数：sapply(),lapply(),mapply()
集合运算函数：setdiff(),union_(),intersect(),unique(),sort(),setequal()
统计函数：dnorm(),pnorm(),qnorm(),rnorm()
基于 Rcpp 创建 R 包
选择 R 包的类型为：R_package_using_Rcpp，步骤一样。创建一个新的 C++文件，包括一个基本的函数和有关开始的说明，保存在新目录 src/下
Rcpp 拓展包：
RcppArmadillo：使得线性代数的引入语法更加接近 matlab
RcppEigen：优化过的线性代数运算
RInnside：实现在 C++中调用 R 程序
RcppParallel：基于 Rcpp 实现并行计算

Python

函数的可变参数可以使传入函数的参数个数不限：
*parameter 可以接收任意多个参数，并放在一个元组中。参数传递时，按照位置传递
**parameter 接收任意多个参数并将参数放在一个字典中。在参数传递时，按照参数名传递
定义和调用时均需加*号
map 函数通过输入列表，然后对列表里的元素一一进行运算后输出一个运算后的列表，其实就是实现向量化运算：map(函数，列表)
匿名函数：lambda_param1,param2,…:expression
filter 函数通过输入一个判断函数和列表，输出使得判断函数为 True 的子列表：filter(func,list)