



目录

| | |
|--------------|---|
| A 帮助类和常用基础函数 | 1 |
| A.1 变量相关 | 1 |
| A.2 其他函数 | 1 |
| B 基本数据类型 | 2 |
| B.1 创建 | 2 |
| B.2 基本-内嵌变量名 | 2 |
| B.2.1 字母 | 2 |
| B.2.2 月份 | 2 |
| B.2.3 其他常量数据 | 2 |
| B.3 逻辑值 | 2 |
| C 输入与输出 | 3 |
| D 变量-相关函数 | 3 |
| D.1 向量-索引 | 3 |
| D.2 向量-必要操作 | 3 |
| E 数学相关函数 | 4 |
| E.1 集合运算 | 4 |
| E.2 其他函数 | 5 |
| F 向量操作 | 5 |
| G 字符串处理 | 5 |
| G.1 基础函数 | 5 |

| | | | |
|--------------------|---|-----------------------|----------------|
| G.2 string 包 | 5 | 7 求导, 积分, 极值计算 | 4 |
| H 日期 | 5 | 8 cum 系列 | 5 |
| I 数据框-操作 | 6 | 9 模型拟合 | 6 |
| J 拟合-获取线性拟合结果 | 6 | 10 多项式回归 | 6 |
| J.1 线性拟合 | 6 | 11 %in% | 7 |
| J.2 model formulas | 6 | 12 以.packages 结尾的函数名 | 7 |
| K 操作符 | 6 | 13 究竟有多少种唯一的颜色 | 7 |
| K.1 二元运算符 | 7 | 14 自制 ggplot2 绘图-显示颜色 | 8 |
| K.2 逻辑运算的比较 | 7 | 15 file. 开头的函数名 | 9 |
| L packages 相关 | 7 | | |
| M 颜色 | 7 | | |
| N 批处理与分组计算 | 8 | A. 帮助类和常用基础函数 | |
| N.1 apply 族函数 | 8 | help(topic) | 查看帮助文档 |
| N.2 分组计算 | 8 | ?topic | 同上, 查看帮助 |
| O 目录及文件操作 | 9 | | |
| P 表达式-expression | 9 | A.1. 变量相关 | |
| R-Code | | ls() | 显示当前的所有变量名 |
| 1 letters | 2 | objects() | 同上, 为 ls() 的别名 |
| 2 month | 2 | rm() | 清除变量 |
| 3 常量型数据 | 2 | remove() | 清除对象, rm() 的别名 |
| 4 逻辑值 | 2 | str() | 显示变量的属性信息 |
| 5 查询变量类型的方式 | 3 | class() | 查看对象类别 |
| 6 属性 | 3 | rm(list = ls()) | 删除所有变量 |
| | | ls('package:pkg') | 查看包中的函数列表 |
| | | A.2. 其他函数 | |
| | | setwd() | 设置工作路径 |
| | | getwd() | 查询工作路径 |
| | | options() | 设置全局参数 |
| | | getOption() | 获取参数信息 |

A. 帮助类和常用基础函数

help(topic) 查看帮助文档
?topic 同上，查看帮助

| A.1. 变量相关 | |
|-------------------|----------------|
| ls() | 显示当前的所有变量名 |
| objects() | 同上, 为 ls() 的别名 |
| rm() | 清除变量 |
| remove() | 清除对象, rm() 的别名 |
| str() | 显示变量的属性信息 |
| class() | 查看对象类别 |
| rm(list = ls()) | 删除所有变量 |
| ls('package:pkg') | 查看包中的函数列表 |

| A.2. 其他函数 | |
|-------------|--------|
| setwd() | 设置工作路径 |
| getwd() | 查询工作路径 |
| options() | 设置全局参数 |
| getOption() | 获取参数信息 |

| | | | |
|---------------------|------------|----------|--------------------------------|
| library() | 加载包 | NA, NaN, | 对应 Not Available, Not a Number |
| require() | 加载包, 返回逻辑值 | Inf | 正无穷值, -Inf 代表负无穷 |
| R.home() | 返回 R 的安装路径 | NULL | The null objects |
| options(repos = '') | 设置镜像网站 | paste() | 连接字符串 |
| chooseCRANmirror() | 窗口界面设置镜像网站 | paste0() | 等同于 paste(...,sep = "") |
| data() | 查看自带的数据集信息 | | |
| install.packages() | 下载并安装包 | | |
| q() | 退出 | | |
| quit() | q() 的别名函数 | | |

B. 基本数据类型

B.1. 创建

| | |
|--------------|--|
| c() | 创建向量 |
| form:to | 创建整数向量 |
| seq(from,to) | 创建整数向量, 参数 by 控制步长, 参数 length 控制长度 |
| rep(x,times) | 重复 x 中的值, times 控制重复几次; 参数 each, 控制每一个元素重复几次; 参数 len 控制长度。 |
| list() | 创建列表 |
| matrix() | 创建矩阵 |
| array() | 创建数组 |
| data.frame() | 创建数据框 |
| factor() | 创建因子 |
| append() | 追加数据, 默认在末尾追加 |
| ‘’ 或 “” | 创建字符串 |
| assign() | 赋值操作 (常用于编写函数过程中) |

B.2. 基本-内嵌变量名

B.2.1. 字母

code 1: letters

```
> letters
[1] "a" "b" "c" "d" "e" "f" "g" "h" "i"
      "j" "k"
[12] "l" "m" "n" "o" "p" "q" "r" "s" "t"
      "u" "v"
[23] "w" "x" "y" "z"
> LETTERS
[1] "A" "B" "C" "D" "E" "F" "G" "H" "I"
      "J" "K"
[12] "L" "M" "N" "O" "P" "Q" "R" "S" "T"
      "U" "V"
[23] "W" "X" "Y" "Z"
```

B.2.2. 月份

code 2: month

```
> month.abb
[1] "Jan" "Feb" "Mar" "Apr" "May" "Jun"
      "Jul"
[8] "Aug" "Sep" "Oct" "Nov" "Dec"
> month.name
[1] "January" "February" "March"
[4] "April"     "May"       "June"
[7] "July"      "August"    "September"
[10] "October"   "November" "December"
```

B.2.3. 其他常量数据

code 3: 常量型数据

```
> 1i #复数
[1] 0+1i
> pi
[1] 3.142
> 1e-5 #科学计数法, 也可表示为: 1E-5
[1] 1e-05
> 2 + 3i #复数
[1] 2+3i
```

B.3. 逻辑值

code 4: 逻辑值

```
> T
```

```
[1] TRUE
> F
[1] FALSE
> TRUE
[1] TRUE
> FALSE
[1] FALSE
```

C. 输入与输出

| | |
|---------------|---|
| print() | 打印输出 |
| cat() | 输出 |
| sink(file) | 输出之后的内容至文件，直至输入 sink() 结束 |
| edit(x) | 修改变量 |
| fix(x) | 修改变量 |
| x <- scan() | 从键盘上输入数据 |
| read.table() | 读取数据, 分隔符为空格 |
| read.csv() | 读取 csv 型数据, 分隔符为逗号 |
| save() | 保存输出 |
| load | 加载数据 |
| attach() | 绑定数据集 |
| detach() | 解绑数据集 |
| history() | 输出历史记录, 搭配 Inf, 利用 history(Inf), 输出所有历史记录 |
| savehistory() | 保存历史记录 |
| saveRDS() | 保存输出 |
| readRDS() | 读取 |

| | |
|-------------------------|------------|
| readLines() | 读取行 |
| wirteLines() | 输入至行 |
| .Last.value | 上一个结果显示 |
| read.delim('clipboard') | |
| read.fwf() | 读取固定宽度格式文件 |

D. 变量-相关函数

| | |
|---------------|-------------------------------|
| is.xxxx() | is. 系列判断是否为某一类型变量 |
| as.xxxx() | as. 系列函数用于转换变量类型 |
| methods('is') | 显示上述的 is 系列函数列表 |
| methods('as') | 同上 |
| as.numeric(x) | as.integer(x) as.character(x) |
| as.logical(x) | as.data.frame(x) as.factor(x) |
| is.numeric(x) | is.null(x) is.na(x) |

code 5: 查询变量类型的方式

```
> a <- 1:5
> mode(a)
[1] "numeric"
> str(a)
int [1:5] 1 2 3 4 5
> class(a)
[1] "integer"
> typeof(a)
[1] "integer"
```

a<- 1:5 mode(), str(), class(), typeof() 均可用于查询变量的属性信息, 但有所差别。

code 6: 属性

```
> names(a)
NULL
> attributes(a)
NULL
#names() 查询 name 属性, attributes() 显示变量属性
```

| | |
|-----------|------------|
| length(x) | 返回变量的长度 |
| dim(x) | 返回变量的维度信息 |
| nrow(x) | 返回行数、列数 |
| ncol(x) | |
| unname(x) | 移除 name 属性 |

D.1. 向量-索引

| | |
|--------------|-------------------------------|
| x[n] | 第 n 个元素 |
| x[-n] | 去除第 n 个元素后的变量 |
| x[m:n] | 第 m 个到第 n 个元素 |
| x[c(1,4,2)] | 指定序号位置的元素 |
| x[-c(1,4,2)] | 去除指定序号的元素 |
| x[x > 5] | 值大于 5 的元素, 类似地有: <, <=, >= != |
| x[x>4 & x<8] | 值在 4 到 8 之间的元素 |

D.2. 向量-必要操作

| | |
|---------------|-----------|
| rev(x) | 颠倒向量中的元素 |
| unique(x) | 返回向量中的唯一值 |
| duplicated(x) | 返回向量中的重复值 |
| table(x) | 返回频数表 |
| sort(x) | 升序排列 |

E. 数学相关函数

| | |
|---|----------------------------------|
| <code>+,-, x,/</code> | 对应 <code>+, -, ×, ÷</code> |
| <code>^,%,/%</code> | 对应开方, 余数, 整除 |
| <code>sin(x),cos,tan,</code> <code>asin,atan,acos</code> | 三角函数 |
| <code>sinpi(x);</code> <code>cospi,tanpi</code> | 等同于 <code>sin(pi*x)...</code> |
| <code>abs(x)</code> | 绝对值 |
| <code>sign(x)</code> | 根据正负返回 1 或 -1; 0 |
| <code>min(x);max(x)</code> | 最小值, 最大值 |
| <code>median(x)</code> | 中位数 |
| <code>range(x)</code> | 返回 <code>c(min(x),max(x))</code> |
| <code>sqrt(x)</code> | 开根 |
| <code>sum(x)</code> | 求和 |
| <code>var(x)</code> | 方差 |
| <code>sd(x)</code> | 标准差, <code>= sqrt(var(x))</code> |
| <code>log(x,</code> <code>base = exp(1))</code> | 取对数, 默认以 e 为底 |
| <code>log10(x)</code> | 以 10 为底的对数 |
| <code>log2(x)</code> | 以 2 为底的对数 |
| <code>log1p(x)</code> | <code>= log(1+x)</code> |
| <code>exp(x)</code> | e^x |
| <code>expm1(x)</code> | $e^x - 1$ |
| <code>fivenum(x)</code> | 五个分位数汇总 |
| <code>quantile(x,</code> <code>probs =)</code> | 分位数输出 |
| <code>IQR(x)</code> | 中间 50% 的范围大小 |
| <code>cov(x,y)</code> | 协方差 |

| | |
|--|--|
| <code>cor(x,y)</code> | 相关系数 |
| <code>var(x);cov(x)</code> | 样本方差 |
| <code>prod(x)</code> | 连乘 |
| <code>cumprod(x)</code> | 连乘 |
| <code>diff(x)</code> | 差分, 返回 $x[i+1] - x[i]$ |
| <code>factorialn</code> | 阶乘 n! |
| 阶乘的计算方法汇总: | |
| <code>factorial(n)</code> | <code>gamma(n+1)</code> |
| <code>prod(1:n)</code> | |
| <code>ployroot(c(2,-3,1))</code> | 求 $2 - 3x + x^2 = 0$ 根 |
| <code>uniroot(function(x) x^2 - x^3, c(-3,2))</code> | $x^2 - x^3 = 0$ 在 [-3,2] 范围内的根 |
| <code>D(quote(x^2+sqrt(x/(x+1))), 'x')</code> | $x^2 + \sqrt{\frac{x}{x+1}}$ 的导数 |
| also: | |
| <code>a <- D(quote(sin(x*y)+ tan(x/(x+y))), 'x')</code> | |
| <code>eval(a,list(x =4,y = 7))</code> | 对 x 进行单独求导, y 作为常数先求导, 后用 eval() 进行求导后的计算。 |
| <code>integrate(function(x) 2*x+ sin(x^2) + tan(x/(x+1)), 0, 1)</code> | 积分: $\int_0^1 2x + \sin x^2 + \tan \frac{x}{x+1} dx$ |
| 从 [0,1] 范围对 $y = 2x + \sin x^2 + \tan \frac{x}{x+1}$ 进行积分 | |
| 多项式极值: | |
| <code>f <- function(x) 2*x+ sin(x^2) + tan(x/(x+1))</code> | |
| <code>optimize(f,c(-4,10))</code> | # 区间 [-4,10] 内的最小值 |
| <code>optimize(f,c(-4,10),maximum= T)</code> | # 求最大值 |
| 上述代码运行结果如下所示: | |

code 7: 求导, 积分, 极值计算

```
> D(quote(x^2+sqrt(x/(x+1))), 'x')
2 * x + 0.5 * ((1/(x + 1) - x/(x + 1)^2)
```

```
* (x/(x + 1))^0.5)
> a <- D(quote(sin(x*y)+ tan(x/(x+y))), 'x');
> eval(a,list(x =4,y = 7))
[1] -6.672
> integrate(function(x) 2*x+ sin(x^2) +
tan(x/(x+1)), 0, 1)
1.633 with absolute error < 1.8e-14
> f <- function(x) 2*x+ sin(x^2) + tan(x
/(x+1))
> optimize(f,c(-4,10))
$minimum
[1] -2.752
$objective
[1] -75038
> optimize(f,c(-4,10),maximum= T)
$maximum
[1] 8.78
$objective
[1] 19.81
```

E.1. 集合运算

| | |
|-----------------------------|------|
| <code>union(x,y)</code> | 并集 |
| <code>intersect(x,y)</code> | 交集 |
| <code>setdiff(x,y)</code> | 差集 |
| <code>setequal(x,y)</code> | 是否相等 |

`identical(x,y)` 检查是否完全相等

E.2. 其他函数

`set.seed(x)` 设定随机数种子

`sample(x,n)` 从 `x` 中随机取出 `n` 个元素, 不放回抽样。`replace = T`, 则为放回抽样

`choose(n,k)` $\frac{n!}{(n-k)!k}$ 一共有多少种组合

`combn(x,m)` 组合数列表显示

平均值系列:

`mean(x)` 平均值

`mean(x,trim=0.1)` 去头去尾, 求平均值

`weighted.mean(x,w)` 加权平均值

F. 向量操作

`which.max(x)` 返回最大值的索引

`which.min(x)` 返回最小值的索引

`which(x == y)` 返回相等的值的索引

`pmax(x,y,...)` 返回对应序号的最大值, 组成新的向量

`pmin(x,y,...)` 同上, 但返回最小值

`cumsum(x)` 累加, 返回新的向量 `x[i]=sum(x[1:i])`

`cumprod(x)` 累乘, 同上

`cummin(x)` 最小值

`cummax(x)` 最大值

code 8: cum 系列

```
> y <- c(2,4,3)
> cumsum(y)
[1] 2 6 9
> cumprod(y)
[1] 2 8 24
> cummin(y)
[1] 2 2 2
> cummax(y)
[1] 2 4 4
```

G. 字符串处理

G.1. 基础函数

`paste()` 连接字符串, 参数 `sep = " "`, 默认连接时以空格作为分隔

`paste0()` 连接字符串, 但不产生分隔

`nchar(x)` 统计字符个数, 与 `length()` 不同

`strsplit(x,split)` 在 `split` 指定的位置对字符串进行分割

`sub(pattern,replacement,x)` 替换字符

`gsub()` 同上, 但替换所有满足条件的字符

`char(old,new,x)` 替换字符, `old` 内容改为 `new`

`substr(x,start,stop)` 提取指定位置的字符串段

`casefold(x,upper =T)` 改为大写。`upper =F` 时, 改为小写

`toupper()` 改为大写

`tolower()` 改为小写

首字母大写:

`Hmisc::capalize()` 首字母大写

`stringr` 中的 `str_to_title()` 首字母大写

`noquote('a')` 去除引号

`quote()`

`sprintf()` 字符格式化

`sprintf("...%d...",x)` 常见格式化: `%d, %f, %m.nf` 等

`trimws(x)` 清除字符串首尾空白

`Encoding(x) <- 'UTF-8'` UTF-8 编码, 类似地, 也可以选择 GB2312 编码方式

`iconv(x,...)` 转换编码方式

G.2. stringr 包

H. 日期

`weekdays(x)` 返回日期对应的星期几

`months(x)` 返回月份

`quarters(x)` 返回第几季度

`as.Date(x)` 转为日期

`as.POSIXct(x)` 转为日期时间

`timestamp()` 返回当前时间

| | |
|-------|------------------------------|
| 日期格式: | 以 2021.01.21 11:12:30 为例 |
| %Y | 年份, 2020 |
| %y | 年份, 00-99 |
| %m | 月份, 01-12 |
| %b | 缩写的月份名 |
| %B | 月份名 |
| %d | 日期 01-31 |
| %j | 一年中第几天 |
| %U | 一年中第几个星期, 00-53, 以星期天作为一周的开始 |
| %W | 同上, 但以星期一作为一周的开始 |
| %w | 星期几, 0-6, 周日为 0 |
| %a | 星期几的名称, 缩写 |
| %A | 同上, 但为全称 |
| %H | 小时, 00-23 |
| %I | 小时, 01-12 |
| %p | AM,PM, 可与%I 搭配使用 |
| %M | 分钟, 00-59 |
| %S | 秒 |

I. 数据框-操作

J. 拟合-获取线性拟合结果

J.1. 线性拟合

| | |
|---------------------------------|----------------|
| <code>lm(y~x)</code> | 返回线性拟合结果 |
| <code>lm(y~x, data = df)</code> | y 与 x 来自数据框 df |
| <code>lm(y~x - 1)</code> | 截距为零的拟合 |

```
fit <- lm(y~x)           赋值给变量, fit
confint(object,          求置信区间, 默认: 0.95
        level = 0.95,
        ...)
summary(fit)            汇总拟合结果
coef(fit)                返回模型系数
```

code 9: 模型拟合

```
set.seed(5)
x <- 1:5 + sample(1:10,5) * 0.01
y <- 2 *x + sample(1:20,5) * 0.023
m <- lm(y ~ x)
lm(y ~ x -1)
confint(m)
names(m)
residuals(m)
```

J.2. model formulas

`y ~ x1 + x2 + a + b + ...`

操作符汇总:

| | | | |
|------------------|----------------------|------------------------------------|--------------|
| <code>~</code> | 分隔符 | <code>< > <= >=</code> | |
| <code>1</code> | 截距项为零 | <code>== !=</code> | 比较运算符 |
| <code>-</code> | 移除某一个变量 | <code>!</code> | 非 |
| <code>:</code> | 交互项, 如 a:b | <code>& &&</code> | 与 |
| <code>*</code> | 所有可能的交互项, a*b 表示 a | <code> </code> | 或 |
| | + b + a:b | <code>~</code> | 用于 formula 中 |
| <code>^</code> | 乘方, 如 a^2 | <code>-> -»</code> | 右向赋值 |
| <code>.</code> | 除因变量以外的所有变量, lm(y | <code><- «-</code> | 左向赋值 |
| | ~ . data =) | <code>=</code> | 同上, 但优先级低 |
| <code>I()</code> | 解释变量, y ~ x + I(x^2) | <code>?</code> | 查询帮助 |

code 10: 多项式回归

```
model <- lm(y ~ poly(x,3,raw = T))
model_2 <- lm(y ~ x + I(x^2) + I(x^3) )
```

K. 操作符

| | |
|------------------------------------|--|
| <code>?Syntax</code> | 操作符优先顺序 |
| <code>:: and :::</code> | 命名空间中的变量, 多用于包中的函数的直接调用, 如 <code>pkgname::function</code> , 后者调用包中的未声明函数 |
| <code>\$</code> | 提取变量中的子集 |
| <code>[and [[</code> | 提取元素 |
| <code>^</code> | 指数 |
| <code>:</code> | 用于生成序列 |
| <code>%% %%</code> | 整除, 余除 |
| <code>* /</code> | 乘、除 |
| <code>+-</code> | 二元运算的加减 |
| <code>< > <= >=</code> | 比较运算符 |
| <code>== !=</code> | |
| <code>!</code> | 非 |
| <code>& &&</code> | 与 |
| <code> </code> | 或 |
| <code>~</code> | 用于 formula 中 |
| <code>-> -»</code> | 右向赋值 |
| <code><- «-</code> | 左向赋值 |
| <code>=</code> | 同上, 但优先级低 |
| <code>?</code> | 查询帮助 |

关于赋值：

```
-> ->>  
<- <<-  
= assign()  
共计六种赋值方式，但 = 用于给参数赋值，-> 和 <-  
赋值使用较多，而 ->> 和 <<- 用于全局变量的赋值；  
assign() 用于编写函数过程中的赋值语句。
```

K.1. 二元运算符

%in% 是否含于

code 11: %in%

```
> a <- c(1,4,3,6,7)  
> 3 %in% a  
[1] TRUE  
> c(1,3,5) %in% a  
[1] TRUE TRUE FALSE
```

K.2. 逻辑运算的比较

& 和 | 作用于对象的每一个元素

&& 和 || 只作用于对象的第一个对象

L. packages 相关

code 12: 以.packages 结尾的函数名

```
> apropos('^.packages') %>% print(quote  
= F)  
[1] .packages  
[2] .packageStartupMessage  
[3] .rs.packages.initialize
```

```
[4] .rs.packagesLoaded  
[5] available.packages  
[6] CRAN.packages  
[7] download.packages  
[8] install.packages  
[9] installed.packages  
[10] make.packages.html  
[11] new.packages  
[12] old.packages  
[13] remove.packages  
[14] update.packages
```

| | |
|----------------------------------|--------------------|
| old.packages() | 已安装的包中为旧版本的包列表 |
| update.packages(ask = F) | 不再询问，选择全部更新包 |
| pkgs = installed.packages() | |
| colnames(pkgs) | 查询已安装包的信息 |
| str(pkgs) | |
| c('pkg1','pkg2',...) | %in% pkgs\$package |
| getOption('defaultPackages') | |
| system.file() | base 包的目录 |
| system.file(package = 'ggplot2') | ggplot2 的目录位置 |

以上函数中常用的为：.packages(),
download.packages(), install.packages(),
installed.packages(), old.packages(),
remove.packages(), update.packages()

| | |
|---------------|---------|
| search() | 显示已加载的包 |
| (.packages()) | |
| library() | 加载包 |
| require() | |

| | |
|----------------------|-----------------|
| .libPaths() | 包的安装路径顺序 |
| .Library | 目录地址 |
| ls('package:pacman') | 查看 pacman 包中的函数 |

| | |
|------------------------|------|
| detach('package:pkg') | 解绑该包 |
| unloadNamespace('pkg') | |
| remove.packages() | 卸载包 |
| install.packages() | 下载包 |

M. 颜色

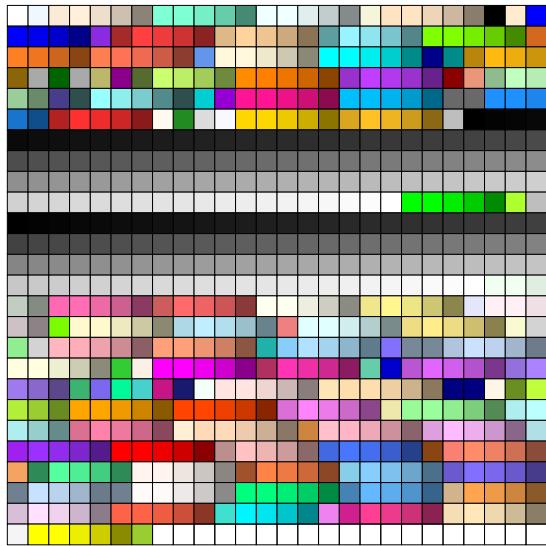
| | |
|-----------|-------------|
| palette() | 默认调色板 |
| col2rgb() | 颜色转为 RGB 模式 |
| colors() | 默认支持的颜色列表 |

code 13: 究竟有多少种唯一颜色

```
> length(colors())  
[1] 657  
> colors() %>% col2rgb %>% t %>% unique  
%>% nrow  
[1] 502
```

657 种颜色中，502 种为唯一值

| | |
|-----------------|------------|
| scales::show_ | 返回颜色的可视化显示 |
| col(colors(),F) | |



code 14: 自制 ggplot2 绘图-显示颜色

```
p1 <- show_color(colors(), 20,label = T,
                  number = T)

p2 <- show_color(colors(),20,byrow = F,
                  label =T, number =T)

p1

ggsave('showcolor1.pdf', width = 8,
       height = 7, unit = 'cm',scale = 4)

p2

ggsave('showcolor2.pdf', width = 8,
       height = 7, unit = 'cm',scale = 4)
```

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
| 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 |
| 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 |
| 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 |
| 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 |
| 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 |
| 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 |
| 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 |
| 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 |
| 261 | 262 | 263 | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 |
| 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 | 299 | 300 |
| 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 | 319 | 320 |
| 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 | 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 |
| 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 | 351 | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 |
| 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 |
| 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 | 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 |
| 401 | 402 | 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 | 411 | 412 | 413 | 414 | 415 | 416 | 417 | 418 | 419 | 420 |
| 421 | 422 | 423 | 424 | 425 | 426 | 427 | 428 | 429 | 430 | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 439 | 440 |
| 441 | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 | 451 | 452 | 453 | 454 | 455 | 456 | 457 | 458 | 459 | 460 |
| 481 | 482 | 483 | 484 | 485 | 486 | 487 | 488 | 489 | 490 | 491 | 492 | 493 | 494 | 495 | 496 | 497 | 498 | 499 | 500 |
| 501 | 502 | 503 | 504 | 505 | 506 | 507 | 508 | 509 | 510 | 511 | 512 | 513 | 514 | 515 | 516 | 517 | 518 | 519 | 520 |
| 521 | 522 | 523 | 524 | 525 | 526 | 527 | 528 | 529 | 530 | 531 | 532 | 533 | 534 | 535 | 536 | 537 | 538 | 539 | 540 |
| 541 | 542 | 543 | 544 | 545 | 546 | 547 | 548 | 549 | 550 | 551 | 552 | 553 | 554 | 555 | 556 | 557 | 558 | 559 | 560 |
| 561 | 562 | 563 | 564 | 565 | 566 | 567 | 568 | 569 | 570 | 571 | 572 | 573 | 574 | 575 | 576 | 577 | 578 | 579 | 580 |
| 581 | 582 | 583 | 584 | 585 | 586 | 587 | 588 | 589 | 590 | 591 | 592 | 593 | 594 | 595 | 596 | 597 | 598 | 599 | 600 |
| 601 | 602 | 603 | 604 | 605 | 606 | 607 | 608 | 609 | 610 | 611 | 612 | 613 | 614 | 615 | 616 | 617 | 618 | 619 | 620 |
| 621 | 622 | 623 | 624 | 625 | 626 | 627 | 628 | 629 | 630 | 631 | 632 | 633 | 634 | 635 | 636 | 637 | 638 | 639 | 640 |
| 641 | 642 | 643 | 644 | 645 | 646 | 647 | 648 | 649 | 650 | 651 | 652 | 653 | 654 | 655 | 656 | 657 | 658 | 659 | 660 |

图 1: byrow = T

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 34 | 67 | 100 | 133 | 166 | 199 | 232 | 265 | 298 | 331 | 364 | 397 | 430 | 463 | 496 | 529 | 562 | 595 | 628 |
| 2 | 35 | 68 | 101 | 134 | 167 | 200 | 233 | 266 | 299 | 332 | 365 | 398 | 431 | 464 | 497 | 530 | 563 | 596 | 629 |
| 3 | 36 | 69 | 102 | 135 | 168 | 201 | 234 | 267 | 300 | 333 | 366 | 399 | 432 | 465 | 498 | 531 | 564 | 597 | 630 |
| 4 | 37 | 70 | 103 | 136 | 169 | 202 | 235 | 268 | 301 | 334 | 367 | 400 | 433 | 466 | 499 | 532 | 565 | 598 | 631 |
| 5 | 38 | 71 | 104 | 137 | 170 | 203 | 236 | 269 | 302 | 335 | 368 | 401 | 434 | 467 | 500 | 533 | 566 | 599 | 632 |
| 6 | 39 | 72 | 105 | 138 | 171 | 204 | 237 | 270 | 303 | 336 | 369 | 402 | 435 | 468 | 501 | 534 | 567 | 600 | 633 |
| 7 | 40 | 73 | 106 | 139 | 172 | 205 | 238 | 271 | 304 | 337 | 370 | 403 | 436 | 469 | 502 | 535 | 568 | 601 | 634 |
| 8 | 41 | 74 | 107 | 140 | 173 | 206 | 239 | 272 | 305 | 338 | 371 | 404 | 437 | 470 | 503 | 536 | 569 | 602 | 635 |
| 9 | 42 | 75 | 108 | 141 | 174 | 207 | 240 | 273 | 306 | 339 | 372 | 405 | 438 | 471 | 504 | 537 | 570 | 603 | 636 |
| 10 | 43 | 76 | 109 | 142 | 175 | 208 | 241 | 274 | 307 | 340 | 373 | 407 | 441 | 474 | 507 | 540 | 573 | 606 | 637 |
| 11 | 44 | 77 | 110 | 143 | 176 | 209 | 242 | 275 | 308 | 341 | 374 | 409 | 440 | 475 | 508 | 541 | 574 | 607 | 640 |
| 12 | 45 | 78 | 111 | 144 | 177 | 210 | 243 | 276 | 309 | 342 | 375 | 408 | 441 | 474 | 510 | 542 | 575 | 608 | 641 |
| 13 | 46 | 79 | 112 | 145 | 178 | 211 | 244 | 277 | 310 | 343 | 376 | 409 | 442 | 475 | 509 | 543 | 576 | 609 | 642 |
| 14 | 47 | 80 | 113 | 146 | 179 | 212 | 245 | 278 | 311 | 344 | 377 | 410 | 443 | 478 | 512 | 544 | 577 | 610 | 643 |
| 15 | 48 | 81 | 114 | 147 | 180 | 213 | 246 | 279 | 312 | 345 | 378 | 411 | 444 | 479 | 513 | 545 | 578 | 611 | 644 |
| 16 | 49 | 82 | 115 | 148 | 181 | 214 | 247 | 280 | 313 | 346 | 379 | 412 | 445 | 478 | 514 | 546 | 579 | 612 | 645 |
| 17 | 50 | 83 | 116 | 149 | 182 | 215 | 248 | 281 | 314 | 347 | 380 | 413 | 446 | 479 | 515 | 547 | 580 | 613 | 646 |
| 18 | 51 | 84 | 117 | 150 | 183 | 216 | 249 | 282 | 315 | 348 | 381 | 414 | 447 | 480 | 516 | 548 | 581 | 614 | 647 |
| 19 | 52 | 85 | 118 | 151 | 184 | 217 | 250 | 283 | 316 | 349 | 382 | 415 | 448 | 481 | 517 | 549 | 582 | 615 | 648 |
| 20 | 53 | 86 | 119 | 152 | 185 | 218 | 251 | 284 | 317 | 350 | 383 | 416 | 450 | 482 | 518 | 551 | 583 | 621 | 649 |
| 21 | 54 | 87 | 120 | 153 | 186 | 219 | 252 | 285 | 318 | 351 | 384 | 417 | 451 | 483 | 519 | 552 | 584 | 622 | 650 |
| 22 | 55 | 88 | 121 | 154 | 187 | 220 | 253 | 286 | 319 | 352 | 385 | 418 | 452 | 484 | 520 | 553 | 585 | 616 | 649 |
| 23 | 56 | 89 | 122 | 155 | 188 | 221 | 254 | 287 | 320 | 353 | 386 | 419 | 453 | 485 | 518 | 554 | 586 | 617 | 650 |
| 24 | 57 | 90 | 123 | 156 | 189 | 222 | 255 | 288 | 321 | 354 | 387 | 420 | 454 | 486 | 519 | 555 | 587 | 618 | 651 |
| 25 | 58 | 91 | 124 | 157 | 190 | 223 | 256 | 289 | 322 | 355 | 388 | 421 | 455 | 487 | 520 | 556 | 588 | 619 | 652 |
| 26 | 59 | 92 | 125 | 158 | 191 | 224 | 257 | 290 | 323 | 356 | 389 | 422 | 456 | 488 | 521 | 557 | 589 | 620 | 653 |
| 27 | 60 | 93 | 126 | 159 | 192 | 225 | 258 | 291 | 324 | 357 | 390 | 423 | 457 | 489 | 522 | 558 | 589 | 621 | 654 |
| 28 | 61 | 94 | 127 | 160 | 193 | 226 | 259 | 292 | 325 | 358 | 393 | 424 | 458 | 490 | 523 | 556 | 589 | 622 | 655 |
| 29 | 62 | 95 | 128 | 161 | 194 | 227 | 260 | 293 | 326 | 359 | 394 | 425 | 459 | 491 | 524 | 557 | 590 | 623 | 656 |
| 30 | 63 | 96 | 129 | 162 | 195 | 228 | 261 | 294 | 327 | 360 | 395 | 426 | 460 | 492 | 525 | 558 | 591 | 624 | 657 |
| 31 | 64 | 97 | 130 | 163 | 196 | 229 | 262 | 295 | 328 | 361 | 394 | 427 | 461 | 493 | 526 | 559 | 592 | 625 | 658 |

0. 目录及文件操作

| | |
|-------------------------------|---|
| <code>setwd()</code> | 设置工作目录 |
| <code>getwd()</code> | 获取工作目录 |
| <code>file.choose()</code> | 弹出窗口，选择文件 |
| <code>choose.dir()</code> | 弹出窗口，选择文件夹 |
| <code>list.dirs()</code> | 返回目录下的子目录内容 |
| <code>dir()</code> | 返回选定路径下的子目录和文件名 |
| <code>list.files()</code> | 同 <code>dir()</code> . 参数 <code>recursive = T</code> 时，可显示子目录内容 |
| <code>dir.create()</code> | 创建目录。参数 <code>recursive = T</code> 时，可创建多级目录 |
| <code>file.create()</code> | 创建空的文件 |
| <code>dir.exists(path)</code> | 判断路径是否存在 |
| <code>file.exists()</code> | 判断文件是否存在 |
| <code>file.remove()</code> | 删除文件, 谨慎操作, 此操作后文件不进入回收站, 无法复原 |
| <code>file.rename()</code> | 修改文件名 |
| <code>file.copy()</code> | 复制文件 |
| <code>file.info()</code> | 文件信息获取 |
| <code>file.size()</code> | 文件大小 |
| <code>file.mtime()</code> | 文件最后修改时间 |
| <code>R.home()</code> | R 的安装路径 |
| <code>system.file()</code> | 查看包的安装路径 |

| | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| <code>file.path('a', 'b', 'd')</code> | 返回 "a/b/d", 用于创建多级路径 |
| <code>normalizePath(path)</code> | 标准化路径 |
| <code>shortPathName()</code> | 返回短路径 |
| <code>dirname()</code> | 返回除文件名以外的路径 |
| <code>zip()</code> | 创建压缩文件 |
| <code>unzip()</code> | 解压缩 |
| <code>apropos('file \\.')</code> | 返回 <code>file.</code> 开头的函数名 |

code 15: `file.` 开头的函数名

```
> apropos('file\\\.')
[1] "file.access" "file.append" "file.
choose"
[4] "file.copy" "file.create" "file.
edit"
[7] "file.exists" "file.info" "file.
link"
[10] "file.mode" "file.mtime" "file.path"
"
[13] "file.remove" "file.rename" "file.
show"
[16] "file.size" "file.symlink"
```

`file.append()` 在文件后面扩充，但没有从头扩展的函数。对于想要在文件开头添加内容的需求，可以换个法子，先读取，后写入新内容，再在后面扩充就内容，实现曲线救国。

`file.edit()` 修改文件

P. 表达式-expression

```
c('x %*% y' , 'x %% y', 'alpha', '
sigma', 'beta' ,
'x == y', 'frac(x,y)', 'x %up% y', '
hat(x)',
'symbol(a)', 'underline(x')' -> a1
plot_table(a1,2)
ggsave('01.pdf')
```

| expression | effect | expression | effect |
|---------------------------|-----------------|------------------------|----------------|
| <code>x %*% y</code> | $x \times y$ | <code>x %% y</code> | $x \div y$ |
| <code>alpha</code> | α | <code>sigma</code> | σ |
| <code>beta</code> | β | <code>x == y</code> | $x = y$ |
| <code>frac(x,y)</code> | $\frac{x}{y}$ | <code>x %up% y</code> | $x \uparrow y$ |
| <code>hat(x)</code> | \hat{x} | <code>symbol(a)</code> | a |
| <code>underline(x)</code> | \underline{x} | | |

```
a2 <- c('x + y', 'x - y', 'x %% y', 'x/y',
'x%+-%y', 'x%.%y',
'x %*% y', 'x %~% y', 'x*y', 'x~y',
'x == y', 'x != y', 'x ===% y', 'x %
prop% y',
'x >= y', 'x <= y',
'x < y', 'x > y', 'x %=% y', 'x %
~~% y'
)
plot_table(a2,2)
ggsave('02.pdf')
```

| expression | effect | expression | effect |
|----------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| $x + y$ | $\textcolor{blue}{x + y}$ | $x - y$ | $\textcolor{blue}{x - y}$ |
| $x \% / \% y$ | $\textcolor{blue}{x \div y}$ | x / y | $\textcolor{blue}{x / y}$ |
| $x \% + \% y$ | $\textcolor{blue}{x \pm y}$ | $x \% . \% y$ | $\textcolor{blue}{x \cdot y}$ |
| $x \% * \% y$ | $\textcolor{blue}{x \times y}$ | $x \% - \% y$ | $\textcolor{blue}{x \cdot y}$ |
| x^*y | $\textcolor{blue}{xy}$ | $x \sim y$ | $\textcolor{blue}{xy}$ |
| $x == y$ | $\textcolor{blue}{x = y}$ | $x != y$ | $\textcolor{blue}{x \neq y}$ |
| $x \% == \% y$ | $\textcolor{blue}{x \equiv y}$ | $x \% \text{prop\%} y$ | $\textcolor{blue}{x \propto y}$ |
| $x >= y$ | $\textcolor{blue}{x \geq y}$ | $x <= y$ | $\textcolor{blue}{x \leq y}$ |
| $x < y$ | $\textcolor{blue}{x < y}$ | $x > y$ | $\textcolor{blue}{x > y}$ |
| $x \% = \% y$ | $\textcolor{blue}{x \equiv y}$ | $x \% \sim \% y$ | $\textcolor{blue}{x \approx y}$ |

```
a3 <- c('x[1]', 'x^2', 'sqrt(x)', 'sqrt(x,
y)',

'frac(x,y)', 'over(x,y)',

'list(x,y,m,n)', '!x',

'...', '',

'cdots', 'ldots', "paste(x,y)", '

atop(x,y)'

)

plot_table(a3,2)
ggsave('03.pdf')
```

| expression | effect | expression | effect |
|------------------------|---------------------------------|--------------------|--|
| $x[1]$ | $\textcolor{blue}{x_1}$ | $x^{*}2$ | $\textcolor{blue}{x^2}$ |
| \sqrt{x} | $\textcolor{blue}{\sqrt{x}}$ | $\sqrt{x,y}$ | $\textcolor{blue}{\sqrt[x]{y}}$ |
| $\frac{x}{y}$ | $\textcolor{blue}{\frac{x}{y}}$ | $\overline{x,y}$ | $\textcolor{blue}{\overline{x \quad y}}$ |
| $\text{list}(x,y,m,n)$ | $\textcolor{blue}{x, y, m, n}$ | $\mathbf{!}x$ | $\textcolor{blue}{\mathbf{!}x}$ |
| \dots | $\textcolor{blue}{\dots}$ | $\mathbf{!}dots$ | $\textcolor{blue}{\dots}$ |
| \cdots | $\textcolor{blue}{\cdots}$ | $\mathbf{!}dots$ | $\textcolor{blue}{\cdots}$ |
| $\text{paste}(x,y)$ | $\textcolor{blue}{xy}$ | $\text{atop}(x,y)$ | $\textcolor{blue}{x \atop y}$ |

```
a4 <- c('x \% - \% y', 'x \% < - \% y', 'x \% < - > \% y',
       'x \% < = > \% y', 'x \% up \% y',
       'x \% down \% y',
       'x \% dblup \% y', 'x \% dbldown \% y')

)

plot_table(a4,2)
ggsave('04.pdf')
```

| expression | effect | expression | effect |
|-------------------|--|---------------------|--|
| $x \% > \% y$ | $\textcolor{blue}{x \rightarrow y}$ | $x \% < \% y$ | $\textcolor{blue}{x \leftarrow y}$ |
| $x \% < - \% y$ | $\textcolor{blue}{x \leftrightarrow y}$ | $x \% < = \% y$ | $\textcolor{blue}{x \leftrightarrow y}$ |
| $x \% = \% x$ | $\textcolor{blue}{x \Rightarrow x}$ | $x \% <= \% y$ | $\textcolor{blue}{x \Leftarrow y}$ |
| $x \% up \% y$ | $\textcolor{blue}{x \uparrow y}$ | $x \% down \% y$ | $\textcolor{blue}{x \downarrow y}$ |
| $x \% dblup \% y$ | $\textcolor{blue}{x \uparrow\uparrow y}$ | $x \% dbldown \% y$ | $\textcolor{blue}{x \downarrow\downarrow y}$ |

```
a5 <- c('plain(x)', 'italic(x)', 'bold(x)',
       'bolditalic(x)',

       'textstyle(x)', 'displaystyle(x)',

       'scriptstyle(x)',

       'scriptscriptstyle(x)'

)

plot_table(a5,2)
ggsave('05.pdf')
```

| expression | effect | expression | effect |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| $\text{plain}(x)$ | $\textcolor{blue}{x}$ | $\text{italic}(x)$ | $\textcolor{blue}{x}$ |
| $\text{bold}(x)$ | $\textcolor{blue}{x}$ | $\text{bolditalic}(x)$ | $\textcolor{blue}{x}$ |
| $\text{textstyle}(x)$ | $\textcolor{blue}{x}$ | $\text{displaystyle}(x)$ | $\textcolor{blue}{x}$ |
| $\text{scriptstyle}(x)$ | $\textcolor{blue}{x}$ | $\text{scriptscriptstyle}(x)$ | $\textcolor{blue}{x}$ |

```
a6 <- c('bar(x)', 'underline(x)', 'hat(x)',

       ', 'tilde(x)',

       'dot(x)', 'ring(x)',

       'widehat(xyz)', 'widetilde(xy)')

)

plot_table(a6,2)
ggsave('06.pdf')
```

| expression | effect | expression | effect |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| $\text{bar}(x)$ | $\textcolor{blue}{\bar{x}}$ | $\text{underline}(x)$ | $\textcolor{blue}{\underline{x}}$ |
| $\text{hat}(x)$ | $\textcolor{blue}{\hat{x}}$ | $\text{tilde}(x)$ | $\textcolor{blue}{\tilde{x}}$ |
| $\text{dot}(x)$ | $\textcolor{blue}{\dot{x}}$ | $\text{ring}(x)$ | $\textcolor{blue}{\ddot{x}}$ |
| $\text{widehat}(xyz)$ | $\textcolor{blue}{\widehat{xyz}}$ | $\text{widetilde}(xy)$ | $\textcolor{blue}{\widetilde{xy}}$ |

```

a7 <- c('x %subset% y', 'x %subsequeq% y',
       'x %supset% y', 'x %supseteqq% y',
       'x %notsubset% y', 'infinity', 'x
       %in% y',
       'x %notin% y')

plot_table(a7,2)
ggsave('07.pdf')

```

| expression | effect | expression | effect |
|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| x %subset% y | $x \subset y$ | x %subsequeq% y | $x \subseteq y$ |
| x %supset% y | $x \supset y$ | x %supseteqq% y | $x \supseteq y$ |
| x %notsubset% y | $x \not\subset y$ | infinity | ∞ |
| x %in% y | $x \in y$ | x %notin% y | $x \notin y$ |

```

a8 <- c('sum(f(x),a,b)', 'integral(f(x)*d
(x),a,b)',
       'lim(f(x),x%-%>%5)', 'min(f(x),x >=
6)',
       'prod(f(x),a,b)', "bgroup('(',atop
(x,y),')')")
)

plot_table(a8,1)
ggsave('08.pdf')

```

| expression | effect |
|---------------------------|-------------------------------|
| sum(f(x),a,b) | $\sum_a^b f(x)$ |
| integral(f(x)*d(x),a,b) | $\int_a^b f(x) d(x)$ |
| lim(f(x),x%-%>%5) | $\lim_{x \rightarrow 5} f(x)$ |
| min(f(x),x >= 6) | $\min_{x \geq 6} f(x)$ |
| prod(f(x),a,b) | $\prod_a^b f(x)$ |
| bgroup('(',atop(x,y),')') | $\boxed{x} \boxed{y}$ |

```

a9 <- c('infinity', 'partialdiff',
       'nabla', '9 * degree',
       '25 * minute', '60 * second')

plot_table(a9,2)
ggsave('09.pdf')

```

| expression | effect | expression | effect |
|-------------|----------|-------------|------------|
| infinity | ∞ | partialdiff | ∂ |
| nabla | ∇ | 9 * degree | 9° |
| 25 * minute | $25'$ | 60 * second | $60''$ |

```

a10 <- c(paste0('symbol(',letters[1:26],
'))),

```

```

paste0('symbol(',LETTERS[1:26],'
))

plot_table(a10,2,F)
ggsave('10.pdf')

```

| expression | effect | expression | effect |
|------------|--------|------------|--------|
| symbol(a) | a | symbol(A) | A |
| symbol(b) | b | symbol(B) | B |
| symbol(c) | c | symbol(C) | C |
| symbol(d) | d | symbol(D) | D |
| symbol(e) | e | symbol(E) | E |
| symbol(f) | f | symbol(F) | F |
| symbol(g) | g | symbol(G) | G |
| symbol(h) | h | symbol(H) | H |
| symbol(i) | i | symbol(I) | I |
| symbol(j) | j | symbol(J) | J |
| symbol(k) | k | symbol(K) | K |
| symbol(l) | l | symbol(L) | L |
| symbol(m) | m | symbol(M) | M |
| symbol(n) | n | symbol(N) | N |
| symbol(o) | o | symbol(O) | O |
| symbol(p) | p | symbol(P) | P |
| symbol(q) | q | symbol(Q) | Q |
| symbol(r) | r | symbol(R) | R |
| symbol(s) | s | symbol(S) | S |
| symbol(t) | t | symbol(T) | T |
| symbol(u) | u | symbol(U) | U |
| symbol(v) | v | symbol(V) | V |
| symbol(w) | w | symbol(W) | W |
| symbol(x) | x | symbol(X) | X |
| symbol(y) | y | symbol(Y) | Y |
| symbol(z) | z | symbol(Z) | Z |

```

a11 <- c('alpha','beta','chi','delta',
        'epsilon',
        'eta','gamma','kappa','lambda',
        'mu','nu',
        'omega',
        'phi','pi','psi','sigma','tau',
        'upsilon',
        'varphi','xi','zeta')

library(Hmisc)
capitalize(a11) -> a12
plot_table(c(a11,a12),2,F)
ggsave('11.pdf')

```

| expression | effect | expression | effect |
|------------|------------|------------|-----------------|
| alpha | α | Alpha | A |
| beta | β | Beta | B |
| chi | χ | Chi | X |
| delta | δ | Delta | Δ |
| epsilon | ϵ | Epsilon | E |
| eta | η | Eta | H |
| gamma | γ | Gamma | Γ |
| kappa | κ | Kappa | K |
| lambda | λ | Lambda | Λ |
| mu | μ | Mu | M |
| nu | ν | Nu | N |
| omega | ω | Omega | Ω |
| phi | ϕ | Phi | Φ |
| pi | π | Pi | Π |
| psi | ψ | Psi | Ψ |
| sigma | σ | Sigma | Σ |
| tau | τ | Tau | T |
| upsilon | υ | Upsilon | Y |
| varphi | φ | Varphi | Varphi |
| xi | ξ | Xi | Ξ |
| zeta | ζ | Zeta | Z |