

# 统计图形和 R

2017 年 12 月

邹海翔

深圳市规划国土发展研究中心





# 大纲

P&LRC

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

## 1 统计图形

## 2 统计绘图工具

## 3 R 简介

## 4 R 绘图

## 5 R 混合嵌入



# 目录

P&LRC

统计图形和 R

3

## 1 统计图形

### 2 统计绘图工具

### 3 R 简介

### 4 R 绘图

### 5 R 混合嵌入

57

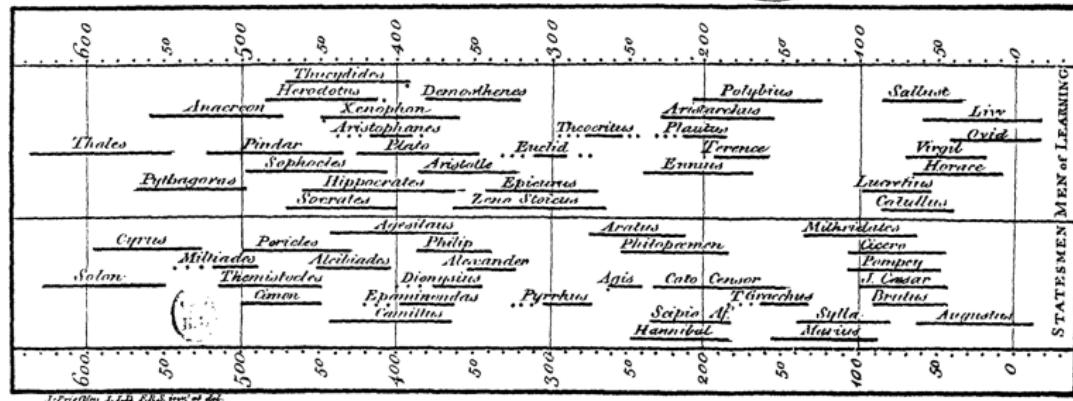


# 线图 (line chart)

统计图形和 R

4

## *A Specimen of a Chart of Biography.*



图：英国化学家 Joseph Priestley 于 1765 年绘制的时间线图是历史上最早的统计图形，这幅图展示了多个历史人物在历史长河中的跨度

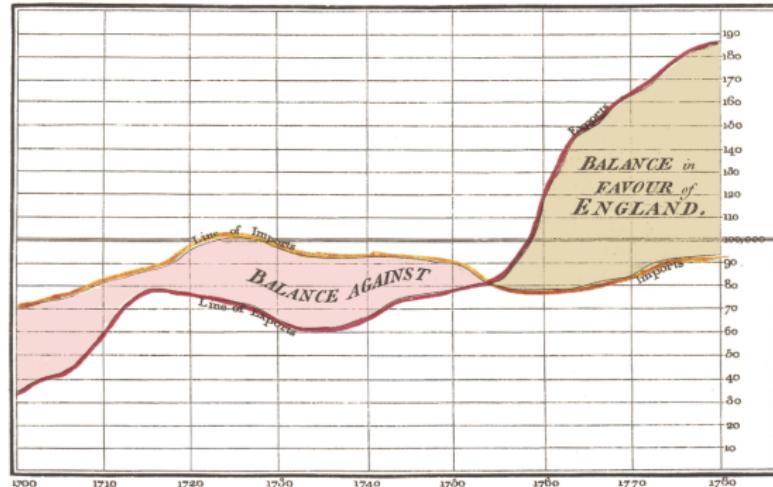


# 线图 (line chart)

统计图形和 R

4

Exports and Imports to and from DENMARK & NORWAY from 1700 to 1780.



The Bottom line is divided into Years, the Right hand line into £10,000 each.  
Published as the Act directs, 10<sup>th</sup> May 1786, by W<sup>m</sup> Playfair  
Made under S.R.C. demand, London.

图：苏格兰工程师和政治经济学家 William Playfair 于 1786 年在《Commercial and Political Atlas》一书中绘制的线图，这幅图展示了 1700 年至 1780 年间英格兰的进出口时序数据。Playfair 是历史上第一个系统使用统计图形的人，被称为“统计图形奠基人”



# 柱状图 (bar chart)

统计图形和 R

5

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

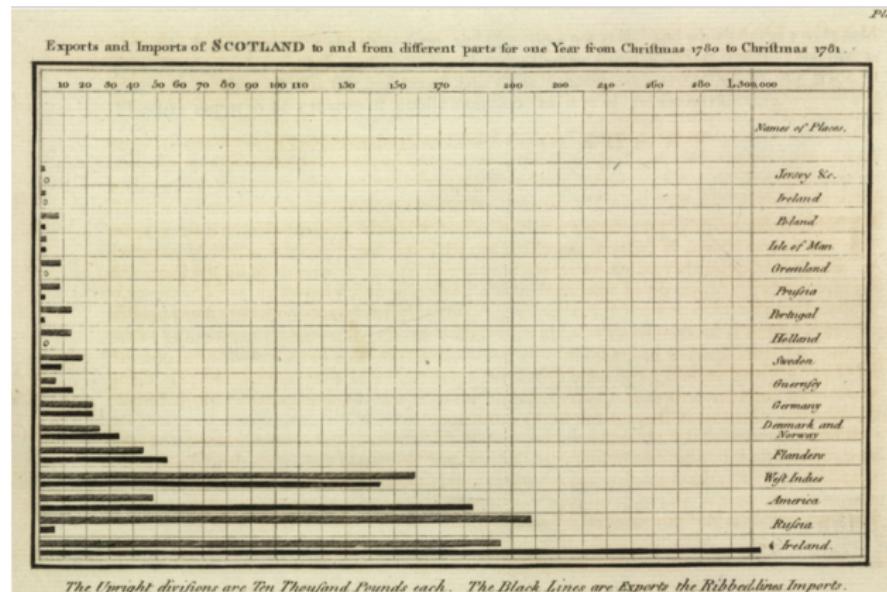
统计图形的应用

统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入



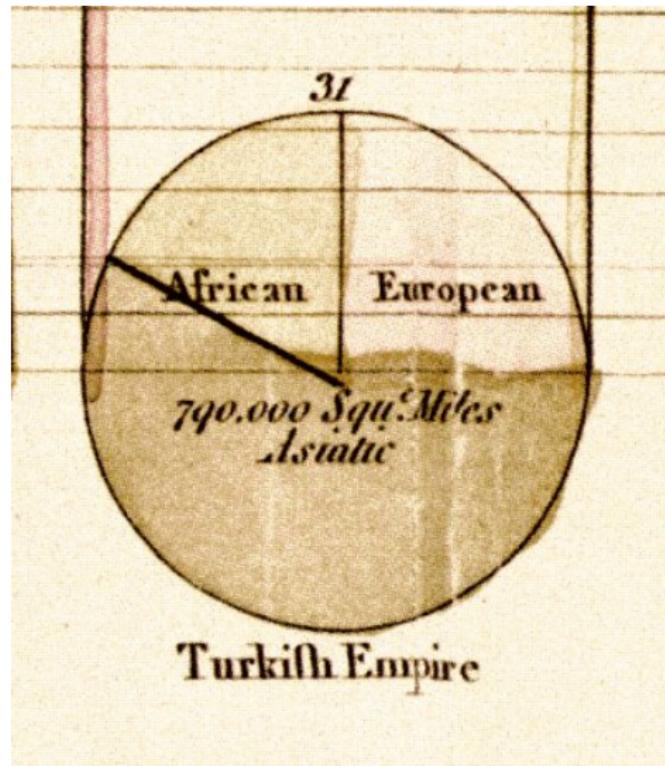
图：受到 Priestley 时间线图的影响，Playfair 于 1786 年同样在《Commercial and Political Atlas》这本书中绘制了历史上最早的柱状图，这幅图展示了不同国家的进出口数据



# 饼图 (pie chart)

统计图形和 R

6



图：Playfair 于 1801 年在《Statistical Breviary》这本书中绘制了历史上第一幅饼图，这幅图展示了土耳其帝国在三大洲的国土面积分布情况



# 主题统计地图

## 法国文盲率分布图

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

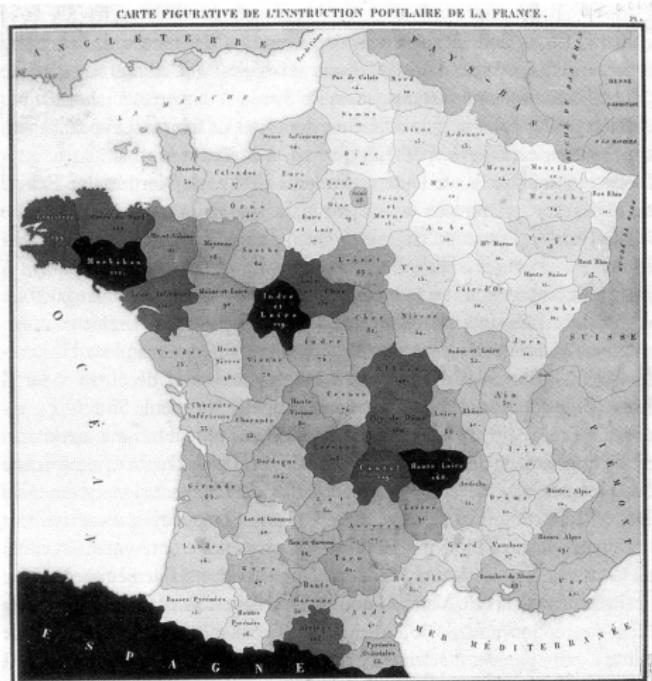
统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

7



图：法国文盲分布图  
(Charles Dupin, 1826).  
Charles Dupin 是法国数学家，工程师，经济学家以及政客。1826 年，他首次运用区域灰度地图的表现手段来展示法国当时的文盲率分布情况，这是第一张现代形式的主题统计地图



# 主题统计地图

## 拿破仑东征图

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

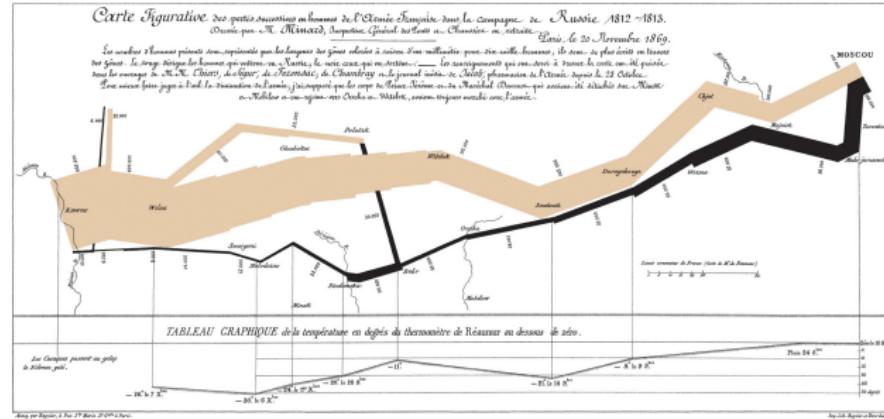
统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

8



图：拿破仑东征图 (Charles Joseph Minard, 1861).

1861 年，由法国工程师 Charles Joseph Minard 绘制，描述了 1812 年拿破仑东征俄罗斯的失败战役。图中同时包含了多个信息，粗细代表军队规模，配合日期标明了军队位置经纬度，棕色进军黑色撤退，下方折线展现气温，另标注了战斗的关键事件等。

这幅图形在统计图形界内享有至高无上的地位，经常被一些统计、设计课程当作教学案例，被 Edward Tufte<sup>1</sup>誉为“有史以来最好的统计图形”

<sup>1</sup>Tufte 是统计图形和信息可视化领域的领军人物，人称“数据达芬奇”



# 主题统计地图

## 汉尼拔远征图

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

9

*Carte Figurative des pertes successives en hommes de l'armée qui Hannibal conduisit à l'Italie en traversant les Gaules (selon Polybius).*

Drawn up by M. Minard, Inspector General of Bridges and Roads in retirement.

Paris, November 10, 1861.

**Legend:**

The numbers of men remaining with Hannibal are represented by the width of the colored zones at a rate of one millimeter for ten thousand men; they are further written across the zones.

There is no final opinion on the point where Hannibal crossed the Alps; I have adopted that of Lamo without pretending to justify it.

**Legend:**

Les nombres d'hommes restés avec Hannibal sont représentés par la largeur des zones colorées à raison d'un millimètre pour vingt mille hommes; ils sont également écrits sur les zones.

N'a pas de point d'opinion assuré sur le point où Hannibal a franchi les Alpes; j'ai adopté celui de Lamo sans prétendre à justifier.

图：汉尼拔远征图 (Charles Joseph Minard, 1861)

57



# 主题统计地图

法国各地向巴黎输送牲畜产品的分布情况图

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

10

**CARTE FIGURATIVE** et approximation des quantités de Viandes de Boucherie envoyées sur pied par les Départements et communautés à Paris.

Dessin par M<sup>e</sup> MINARD, Ingénieur Général des Ponts et Chaussées en retraite.

**Note explicative.**

La surface d'un cercle dans ce diagramme représente la quantité de viande de boucherie envoyée à Paris, celle des autres colis indiquée à l'appréciation.

Un cercle de six millimètres de diamètre représente 100 000 kilogrammes de viande expédiée, soit 222 000 kilogrammes de bœufs et de veaux, soit 100 000 kilogrammes de porc et de cochons, soit 100 000 kilogrammes de volaille et d'abats ou 100 000 kilogrammes de poisson et de saumon.

Le cercle de 12 millimètres de diamètre représente 222 000 kilogrammes de viande expédiée, soit 444 000 kilogrammes de bœufs et de veaux, soit 200 000 kilogrammes de porc et de cochons, soit 200 000 kilogrammes de volaille et d'abats ou 200 000 kilogrammes de poisson et de saumon.

Le cercle de 18 millimètres de diamètre représente 444 000 kilogrammes de viande expédiée, soit 888 000 kilogrammes de bœufs et de veaux, soit 400 000 kilogrammes de porc et de cochons, soit 400 000 kilogrammes de volaille et d'abats ou 400 000 kilogrammes de poisson et de saumon.

On trouvera dans le rapport des statistiques des départements et communautés sur l'agriculture, la statistique de la France pour l'année 1851, une table qui donne le rapport des quantités expédiées à Paris par les diverses provinces de France.

Dessiné à Paris le 1<sup>er</sup> Avril 1852. Charles Joseph MINARD.

图：法国各地向巴黎输送牲畜产品的分布情况图 (Charles Joseph Minard, 1852)

此图的作者也是 Joseph Minard, 经典之处在于首次将饼图融合到地图中

这位法国工程师，将一生大部分时间都贡献给了水坝，运河和桥梁的工程建造与教育事业，直到 1851 年退休，已近 70 岁高龄才正式开始研究数据信息图形可视化。在他最后的 20 年里，Minard 在这个领域贡献了许多创新，共绘制了 51 幅各种形式的可视化图形，是那个可视化黄金时代当之无愧的大师，被称为法国的“William Playfair”

57

# 主题统计地图

## 美国内战对欧洲棉花贸易的影响

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

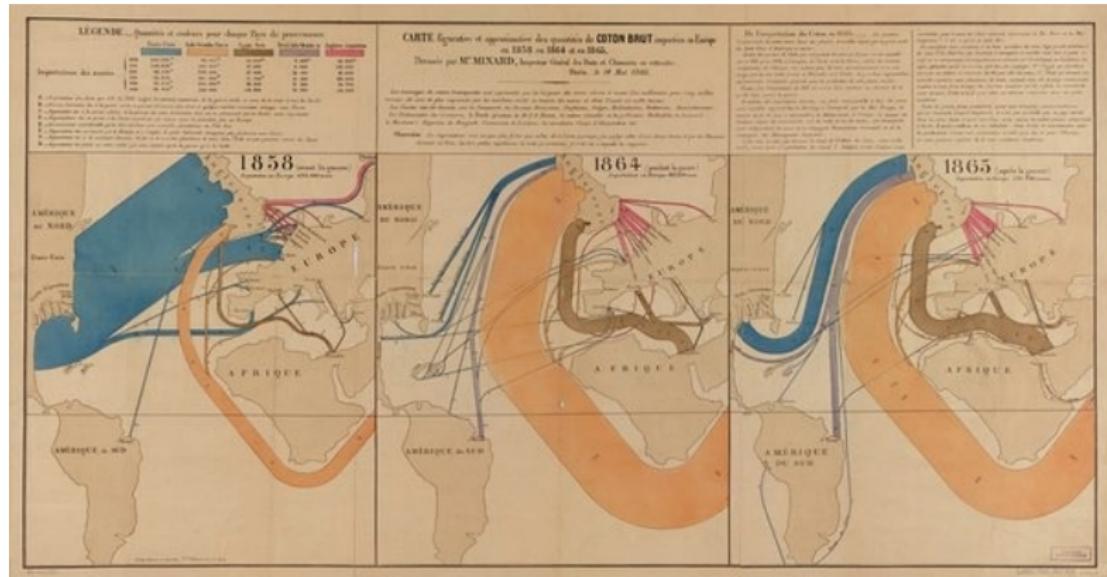
统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

11



图：美国内战对欧洲棉花贸易的影响 (Charles Joseph Minard, 1865)

# 主题统计地图

## 法国红酒出口情况

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

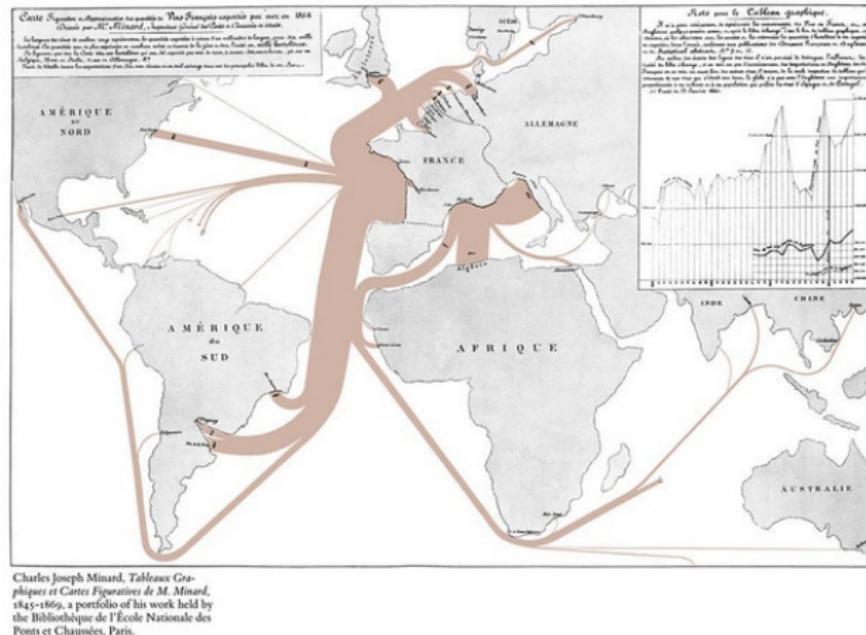
统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

12



图：美国内战对欧洲棉花贸易的影响法国红酒出口情况 (Charles Joseph Minard, 1864)

57



# 主题统计地图

## 地铁路线图

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

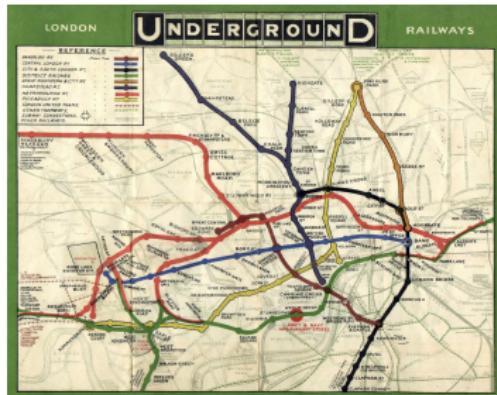
统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

13



(a) 1908 年版



(b) 1933 年版

图：道路网络形状更新在最早的地图中都是按照实地比例进行绘制的，比如左图的 1908 版伦敦地铁线路图。1931 年，英国技术制图员 Harry Beck 在替伦敦地铁的讯号室绘制电路图时受到启发，设计出了经典的 1933 年版路线图（右图）

# 主题统计地图

## 变形地图 (cartogram)

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

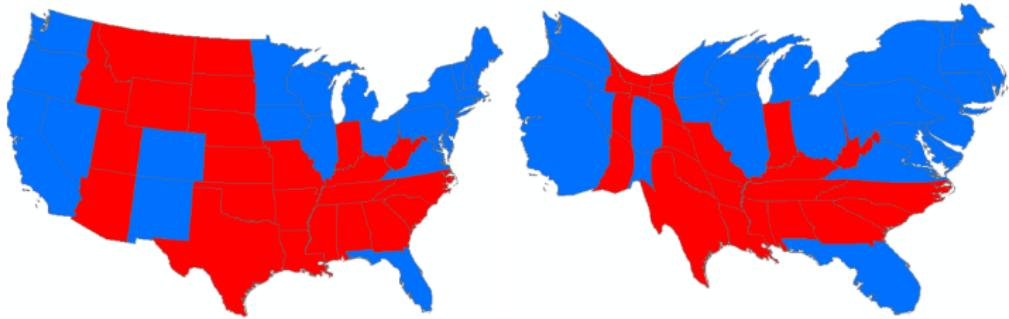
统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

14



(a) 普通色块地图表达

(b) 变形地图表达

图：变形地图的历史可以追溯到 1868 年，其作用是用夸张的地图变形来表达真实的数量关系

上面左图是 2012 年美国大选的结果，从普通色块图上看似乎是红色代表的罗姆尼获胜，但其实获胜的是蓝色代表的奥巴马；右图是根据选票数量进行变形处理后的地图，可以很清楚看到蓝色多于红色，这才是真实数量的正确表达！



# 统计图形的应用

## 南丁格尔玫瑰图

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

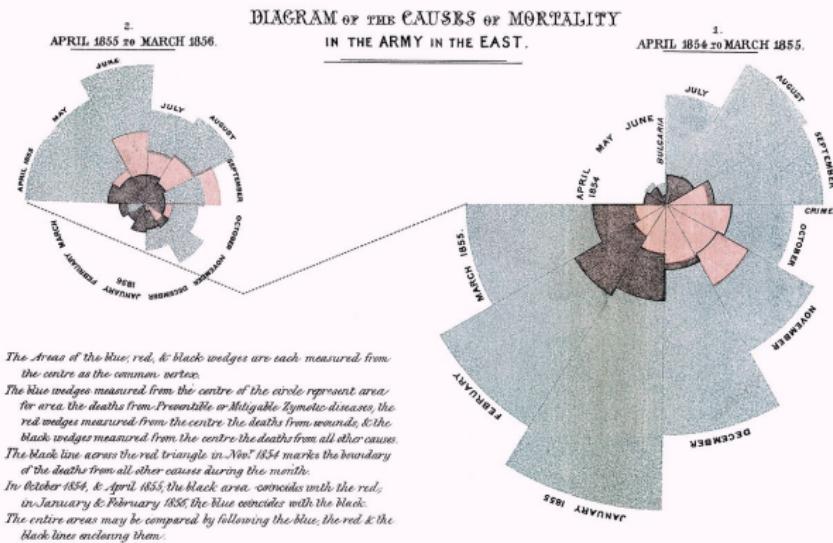
统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

15



图：上图是南丁格尔玫瑰图。两幅图分别表示 1854 年和 1855 年军队的伤亡人数，一年 12 个月在极坐标上被分为 12 等分，每一个花瓣表示一个月；不同颜色表示死亡原因

南丁格尔通过这幅图使英国政府意识到真正影响战争伤亡的并非战争本身，而是由于军队缺乏有效的医疗护理。由此，英国政府于 1857 年开设了专门的军医学校，培养专门的战地医护人员，这就是统计图形在近代护理学最早的应用

57



# 统计图形的应用

## 霍乱传播之谜

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

16



图：1854 年英国 Broad 大街大规模爆发霍乱，流行病学家 John Snow 对此次霍乱进行了大量调研分析，并且发表了霍乱传播理论的论文，左图是其论文的主要依据：图中心东西方向的街道是 Broad 大街，黑点表示死亡地点

这幅图形象揭示了一个重要现象，就是死亡地点都在街道中部一处水源（水井）周围，而市内其它水源周围极少发现死者，通过进一步调查他发现这些死者都饮用过这里的井水，从而发现了霍乱传播的源头是水井的把手，**这就是统计图形在公共卫生领域最早的应用**

57



# 统计图形的应用

## 霍乱传播之谜

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

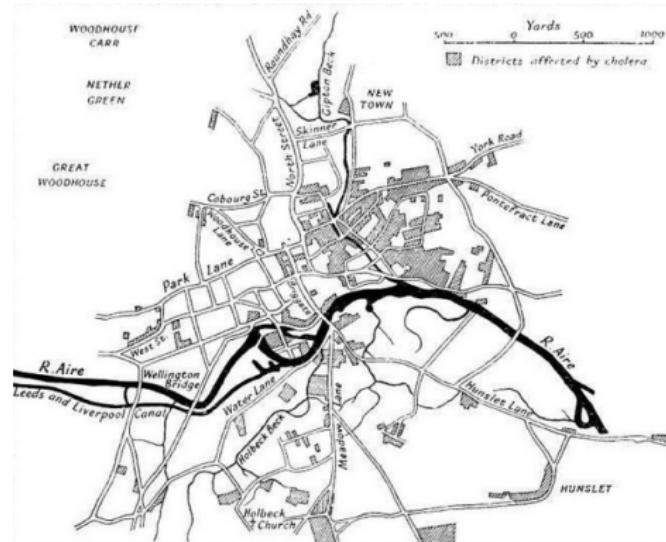
统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

17



图：其实，在 John Snow 之前，有个叫 Robert Baker 的医生也研究了这个区域的霍乱问题，而且在 1833 年就绘制了左边这张霍乱的分布图。虽然 Baker 在这幅图中揭示了疾病和居住环境的联系：缺乏清洁用水和排水系统的居民点是疾病的高发区，但是并没有显示发病率。关于疾病起因的认知，他尽管方向正确但是并不完备，最终与伟大的发现擦肩而过。因此，只有充分完备的统计图形才能够真正应用于实践，这是一个漫长的科学过程。

57

# 统计图形的应用

## 切尔诺夫脸谱图 (Chernoff Faces)

统计图形和 R

统计图形

线图

柱状图

饼图

主题统计地图

统计图形的应用

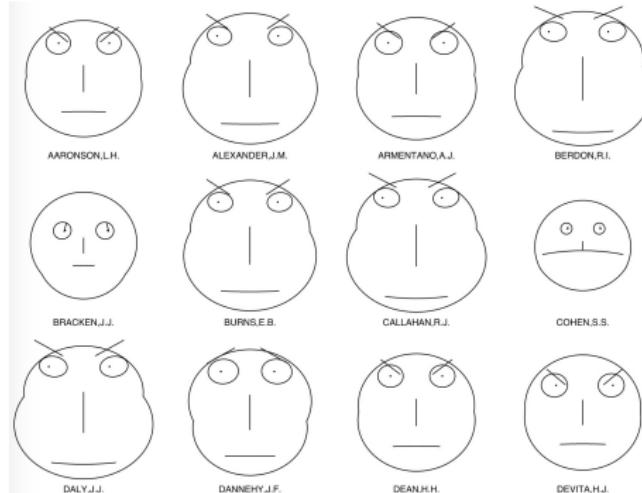
统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

18



图：切尔诺夫脸谱图 (Herman Chernoff, 1973)

这张很喜感的脸谱图其实是一种统计图，叫切尔诺夫脸谱图，是统计学家 Herman Chernoff 于 1973 年发明的，其基本思想是把多维数据的特征映射到卡通人脸中。由于人类非常善于识别脸部特征，脸谱化使得多维度数据容易被分析人员消化理解，有助于数据的规律和不规律性的可视化。目前这种方法已被广泛应用于多地域经济战略指标数据分析，空间数据可视化等领域。



# 目录

P&LRC

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

19

## 1 统计图形

## 2 统计绘图工具

## 3 R 简介

## 4 R 绘图

## 5 R 混合嵌入

57



# 为什么要用绘图工具

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

20

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入



謝遜揮刀將大樹斜砍斷。張翠山等三人看那大樹的斜剖面時，只見樹心中一條條通水的筋脈已大半震斷，有的扭曲，有的粉碎，有的裂為數截，有的若斷若續。

工欲善其事，必先利其器  
—《论语·卫灵公》



# 为什么要用绘图工具

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工  
具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

21



57

君子性非异也，善假于物也  
—《荀子·劝学》

# 为什么要用绘图工具

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具  
何为利器

所见即所得工具

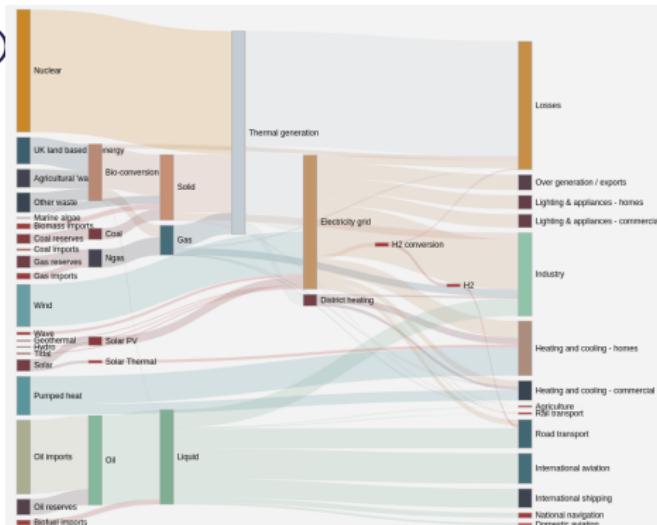
所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

22



图：看上去复杂但是直观的桑基图 (Sankey diagram)

57

## 直观与简单

 **统计量是统计图形最关键的构成因素，因此，优秀的统计图形背后必然隐藏着重要的统计量**

 图形的首要作用是“直观”展示统计量信息，但是**能够直观理解的信息未必是“简单”的**

 使用合适的工具可以让信息的表达既“直观”又“简单”



# 何为利器

P&LRC

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

23

- 统计计算功能齐全
- 图形元素易于控制
- 统计图形类型种类丰富



图：常见的一些统计绘图工具

57



# 何为利器

P&LRC

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

23

- 统计计算功能齐全
- 图形元素易于控制
- 统计图形类型种类丰富

57



图：常见的一些统计绘图工具



# 何为利器

P&LRC

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

23

- 统计计算功能齐全
- 图形元素易于控制
- **统计图形类型种类丰富**



图：常见的一些统计绘图工具

57



# 所见即所得工具

## excel

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

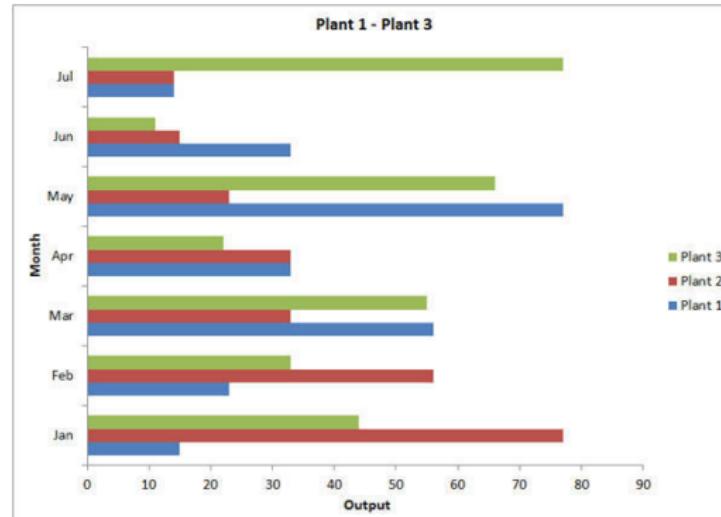
R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

24

- 微软公司开发的电子数据表软件，从 1985 年发布 1.0 版本至今已经 30 多年历史，是电子数据表类软件的工业标准
- 优秀的人机交互设计，所见即所得
- 能够完成简单的统计功能以及数据绘图，但并不是统计软件



图：表示绝对数值大小的条形图

57



# 所见即所得工具

## excel

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

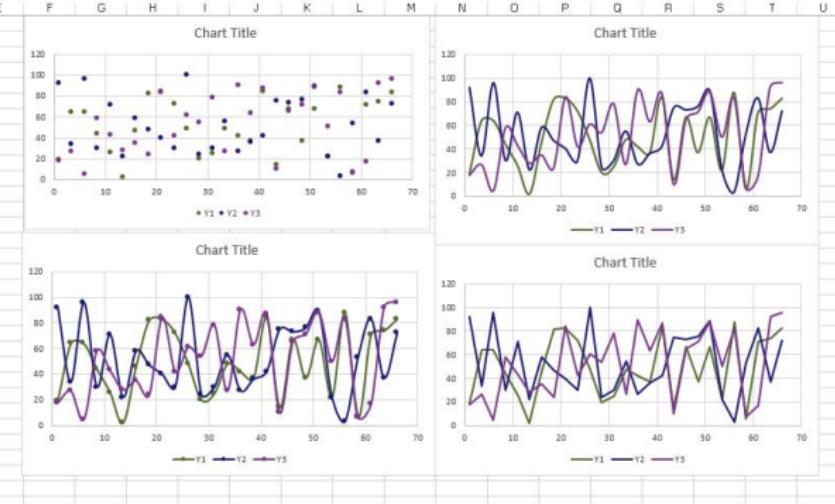
R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

24

|    | A    | B  | C   | D  | E |
|----|------|----|-----|----|---|
| 1  | X    | Y1 | Y2  | Y3 |   |
| 2  | 1    | 19 | 92  | 18 |   |
| 3  | 3.5  | 64 | 34  | 27 |   |
| 4  | 6    | 64 | 96  | 5  |   |
| 5  | 8.5  | 44 | 30  | 58 |   |
| 6  | 11   | 26 | 71  | 43 |   |
| 7  | 13.5 | 2  | 22  | 28 |   |
| 8  | 16   | 46 | 58  | 35 |   |
| 9  | 18.5 | 82 | 47  | 24 |   |
| 10 | 21   | 83 | 40  | 64 |   |
| 11 | 23.5 | 72 | 30  | 42 |   |
| 12 | 26   | 48 | 100 | 61 |   |
| 13 | 28.5 | 20 | 24  | 54 |   |
| 14 | 31   | 25 | 30  | 79 |   |
| 15 | 33.5 | 48 | 55  | 27 |   |
| 16 | 36   | 42 | 27  | 90 |   |
| 17 | 38.5 | 37 | 36  | 63 |   |
| 18 | 41   | 84 | 42  | 67 |   |
| 19 | 43.5 | 14 | 75  | 10 |   |
| 20 | 46   | 67 | 73  | 65 |   |
| 21 | 48.5 | 37 | 76  | 71 |   |
| 22 | 51   | 67 | 89  | 89 |   |
| 23 | 53.5 | 22 | 22  | 50 |   |
| 24 | 56   | 88 | 3   | 83 |   |
| 25 | 58.5 | 6  | 53  | 7  |   |
| 26 | 61   | 71 | 83  | 17 |   |
| 27 | 63.5 | 74 | 37  | 92 |   |
| 28 | 66   | 83 | 72  | 96 |   |
| 29 |      |    |     |    |   |
| 30 |      |    |     |    |   |
| 31 |      |    |     |    |   |
| 32 |      |    |     |    |   |



图：表示绝对数值大小的折线图

57



# 所见即所得工具

## excel

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

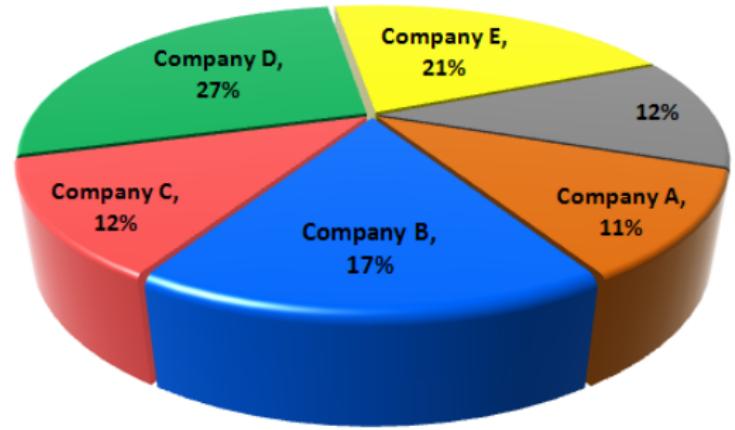
R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

24

|    | A             | B    | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|---------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | The Pie Chart |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | 2009          | Part |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | Company A     | 11%  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | Company B     | 17%  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | Company C     | 12%  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | Company D     | 27%  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | Company E     | 21%  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | Other         | 12%  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | Total         | 100% |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 |               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |



图：表示比例大小的饼图

57



# 所见即所得工具

## excel

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

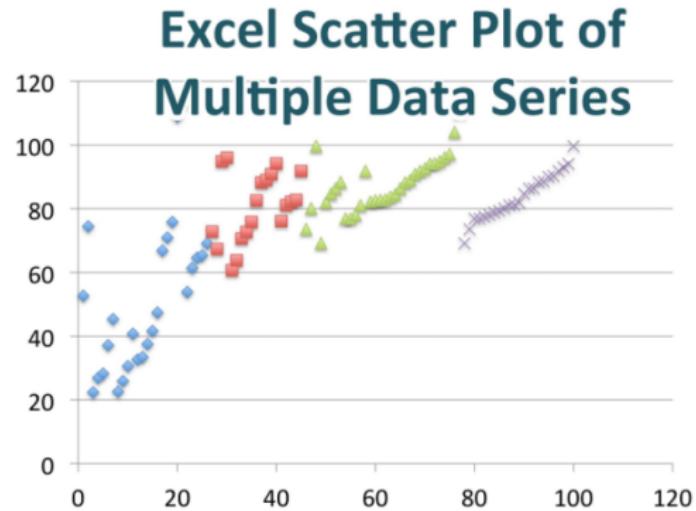
R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

24

- 微软公司开发的电子数据表软件，从 1985 年发布 1.0 版本至今已经 30 多年历史，是电子数据表类软件的工业标准
- 优秀的人机交互设计，所见即所得
- 能够完成简单的统计功能以及数据绘图，但并不是统计软件



图：表示二维变量关系的散点图

57



# 所见即所得工具

## excel

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

24

- 微软公司开发的电子数据表软件，从 1985 年发布 1.0 版本至今已经 30 多年历史，是电子数据表类软件的工业标准
- 优秀的人机交互设计，所见即所得
- 能够完成简单的统计功能以及数据绘图，但并不是统计软件

## excel 作为统计绘图工具的缺点

- ⌚ excel 擅长对原始数据的展示，统计分析和建模功能十分有限。因此，著名统计学家 Leland Wilkinson<sup>1</sup>说“给统计刊物投稿时永远不要用 Excel 作图”
- ⌚ 数据量的限制，处理速度慢
- ⌚ 只能在 windows 单机上运行，无法开展跨平台和分布式计算，不具备大规模数据管理功能

57



# 所见即所得工具

## excel

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

24

- 微软公司开发的电子数据表软件，从 1985 年发布 1.0 版本至今已经 30 多年历史，是电子数据表类软件的工业标准
- 优秀的人机交互设计，所见即所得
- 能够完成简单的统计功能以及数据绘图，但并不是统计软件

## excel 作为统计绘图工具的缺点

- 📎 excel 擅长对原始数据的展示，统计分析和建模功能十分有限。因此，著名统计学家 Leland Wilkinson<sup>1</sup>说 “给统计刊物投稿时永远不要用 Excel 作图”
- 📎 数据量的限制，处理速度慢
- 📎 只能在 windows 单机上运行，无法开展跨平台和分布式计算，不具备大规模数据管理功能

57



- 微软公司开发的电子数据表软件，从 1985 年发布 1.0 版本至今已经 30 多年历史，是电子数据表类软件的工业标准
- 优秀的人机交互设计，所见即所得
- 能够完成简单的统计功能以及数据绘图，但并不是统计软件

## excel 作为统计绘图工具的缺点

- ⌚ excel 擅长对原始数据的展示，统计分析和建模功能十分有限。因此，著名统计学家 Leland Wilkinson<sup>1</sup>说“**给统计刊物投稿时永远不要用 Excel 作图**”
- ⌚ 数据量的限制，处理速度慢
- ⌚ 只能在 windows 单机上运行，无法开展跨平台和分布式计算，不具备大规模数据管理功能



# 所见即所得工具

## SPSS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

25

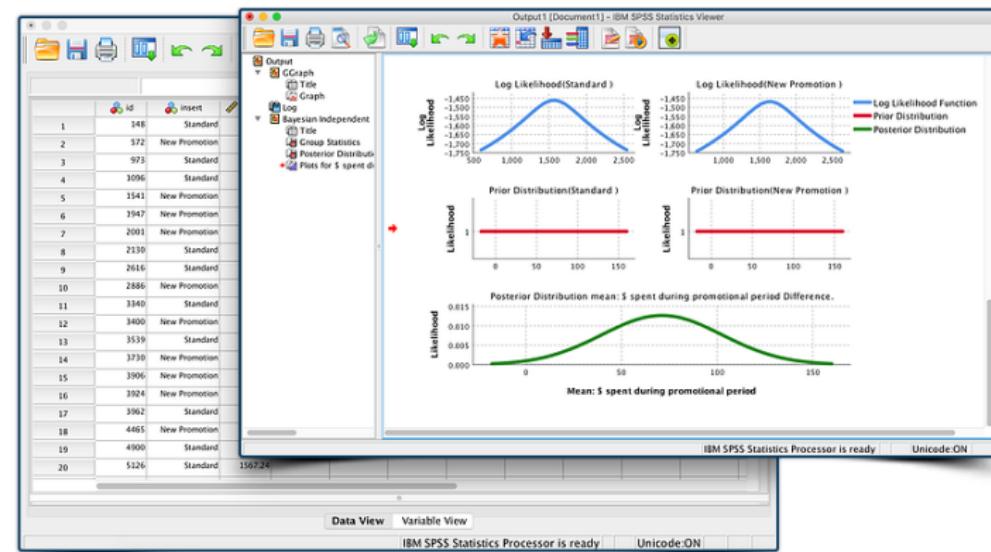


图: SPSS 用户操作界面

57



# 所见即所得工具

## SPSS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

25

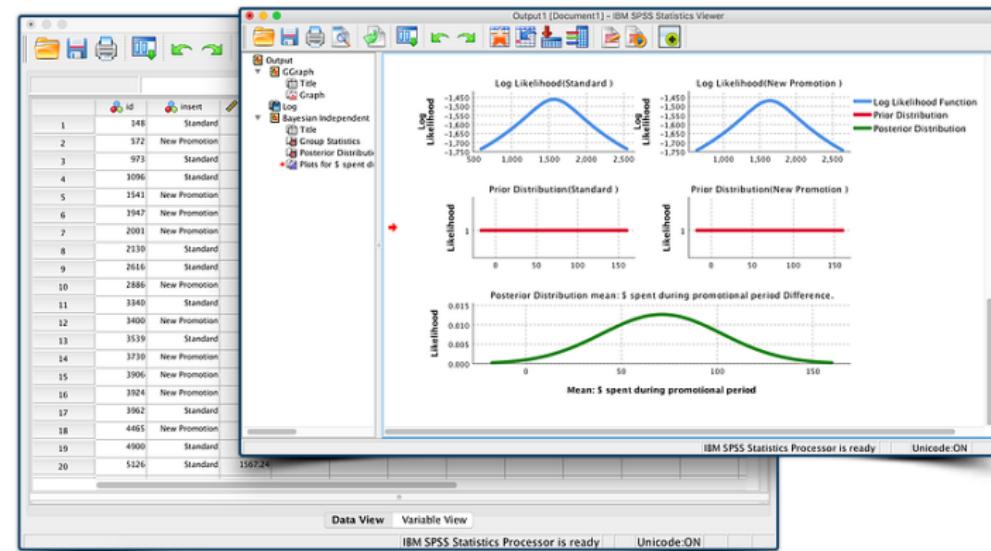


图: SPSS 用户操作界面

57



# 所见即所得工具

## SPSS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

25

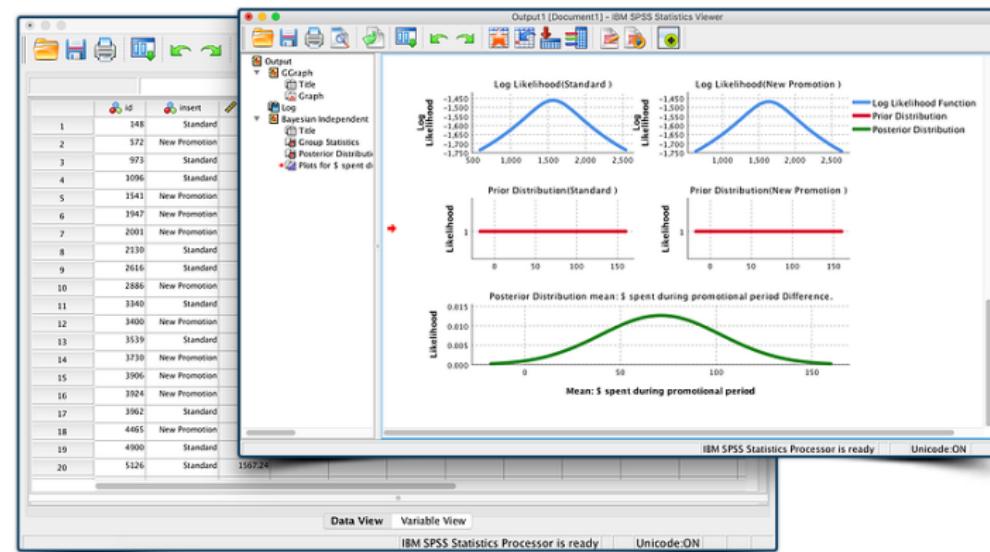


图: SPSS 用户操作界面

57



统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

25

## SPSS 及其他所见即所得工具的缺陷

- ✎ 按钮的数量总是有限的，而统计模型是无限的
- ✎ 计算机完成了太多本该由用户完成的图形要素控制
- ✎ 生成一张图易，生成 N 张图难
- ✎ 贫穷限制了想象力，模块单独付费

57



# 所见即所得工具

## SPSS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

25

## SPSS 及其他所见即所得工具的缺陷

- ⌚ 按钮的数量总是有限的，而统计模型是无限的
- ⌚ 计算机完成了太多本该由用户完成的图形要素控制
- ⌚ 生成一张图易，生成 N 张图难
- ⌚ 贫穷限制了想象力，模块单独付费

57



# 所见即所得工具

## SPSS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

25

## SPSS 及其他所见即所得工具的缺陷

- ⌚ 按钮的数量总是有限的，而统计模型是无限的
- ⌚ 计算机完成了太多本该由用户完成的图形要素控制
- ⌚ 生成一张图易，生成 N 张图难
- ⌚ 贫穷限制了想象力，模块单独付费

57



# 所见即所得工具

## SPSS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

25

## SPSS 及其他所见即所得工具的缺陷

- ⌚ 按钮的数量总是有限的，而统计模型是无限的
- ⌚ 计算机完成了太多本该由用户完成的图形要素控制
- ⌚ 生成一张图易，生成 N 张图难
- ⌚ 贫穷限制了想象力，模块单独付费

57



# 所想即所得工具 SAS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

26

- 1960 年诞生于 SAS 软件研究所，老牌专业统计软件
- 基于数据库进行数据管理，具有大型数据集处理分析能力
- 有专门的 SAS 认证考试，包括程序员、业务分析师、数据挖掘、系统开发专家和系统管理专家五种不同角色

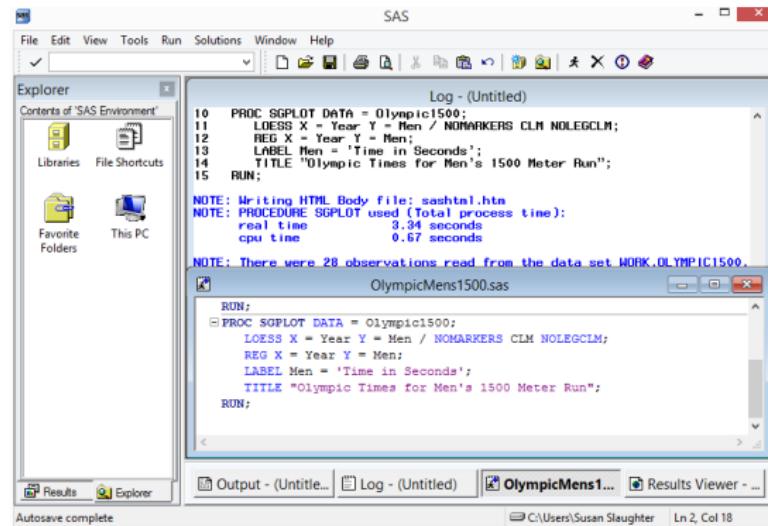


图: SAS 软件界面

57



# 所想即所得工具 SAS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

26

- 1960 年诞生于 SAS 软件研究所，老牌专业统计软件
- 基于数据库进行数据管理，具有大型数据集处理分析能力
- 有专门的 SAS 认证考试，包括程序员、业务分析师、数据挖掘、系统开发专家和系统管理专家五种不同角色

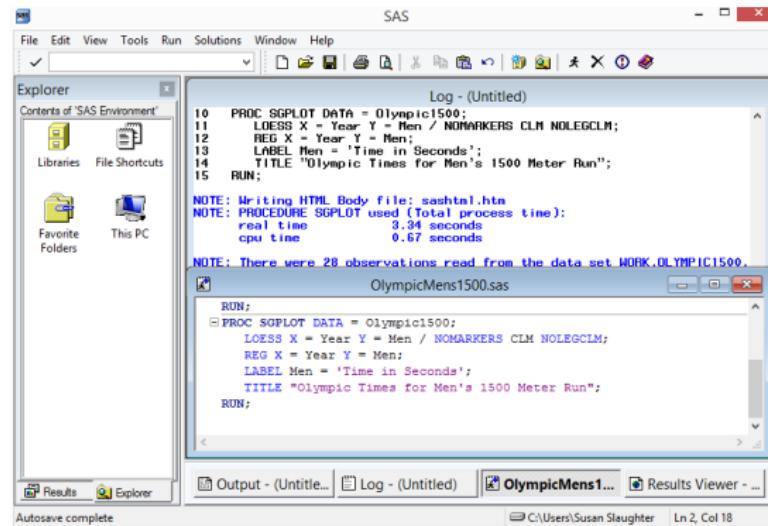


图: SAS 软件界面

57



# 所想即所得工具 SAS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

26

- 1960 年诞生于 SAS 软件研究所，老牌专业统计软件
- 基于数据库进行数据管理，具有大型数据集处理分析能力
- **有专门的 SAS 认证考试，包括程序员、业务分析师、数据挖掘、系统开发专家和系统管理专家五种不同角色**

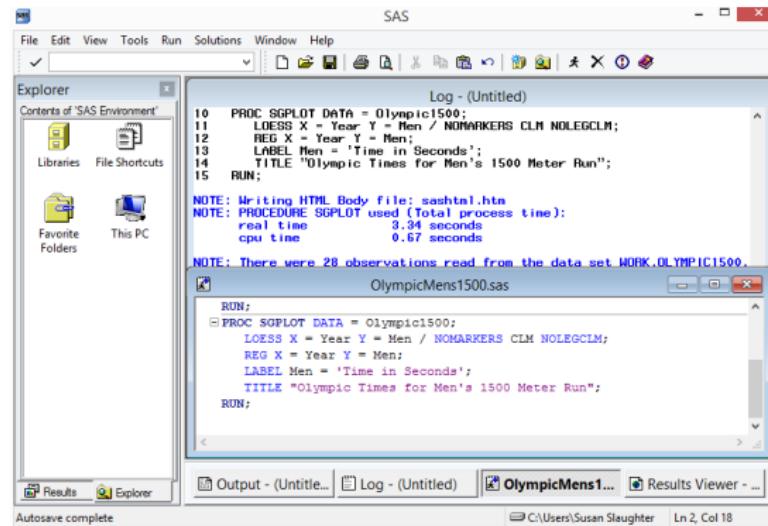


图: SAS 软件界面

57



# 所想即所得工具 SAS

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

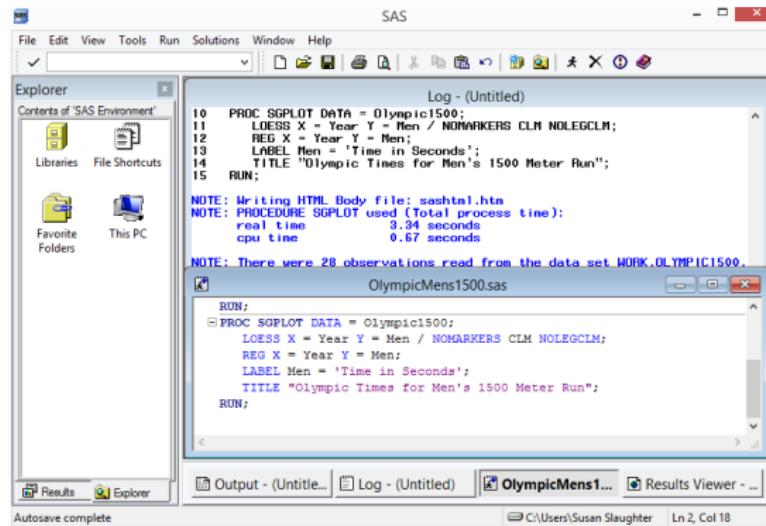
R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

26

- 1960 年诞生于 SAS 软件研究所，老牌专业统计软件
- 基于数据库进行数据管理，具有大型数据集处理分析能力
- 有专门的 SAS 认证考试，包括程序员、业务分析师、数据挖掘、系统开发专家和系统管理专家五种不同角色



图：SAS 软件界面

57

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

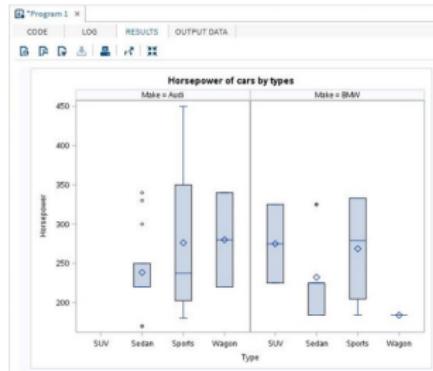
所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

27



图：箱形图 (Box plot)

```

1 PROC SQL;
2 create table CARS1 as
3 SELECT make,model,type,invoice,
      horsepower,length,weight
4 FROM SASHELP.CARS
5 WHERE make in ('Audi','BMW');
6 RUN;

7
8 PROC SGPlot DATA=CARS1;
9   VBOX horsepower
  / category = type;
10
11   title 'Horsepower of cars by
12   types';
13 RUN;

```

57

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

28

- S 语言是 1976 年 AT&T 贝尔实验室开发的一种用于统计计算的解释型编程语言

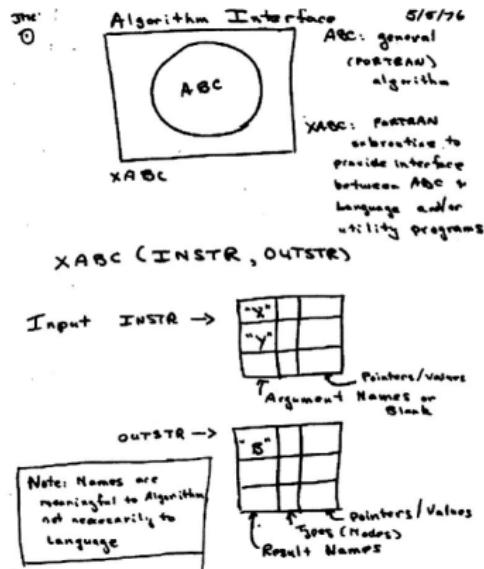


图: S 语言的设计草图 (1976.5.5)

57

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

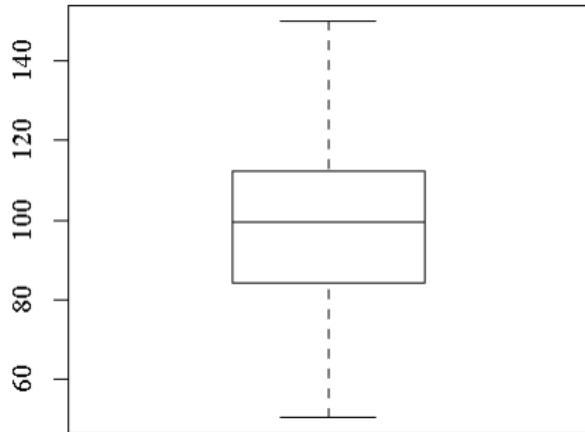
何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

29

- 与 SAS 内置脚本语言相比，S 语言更加符合现代程序语言的设计，方便灵活控制图形输出，制作既精美又专业的统计图形
- 能够与其他主流程序语言集成



1 `boxplot(Weight)`

图：箱形图 (Box plot)

57



# 所想即所得工具

## S-Plus

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

30

- S-Plus 是基于 S 语言开发的商业化统计软件，1993 年由 MathSoft 公司开发，2008 年起由 TIBCO 负责运维
- 与 SPSS 和 SAS 并称世界三大统计软件，具有专业的统计功能

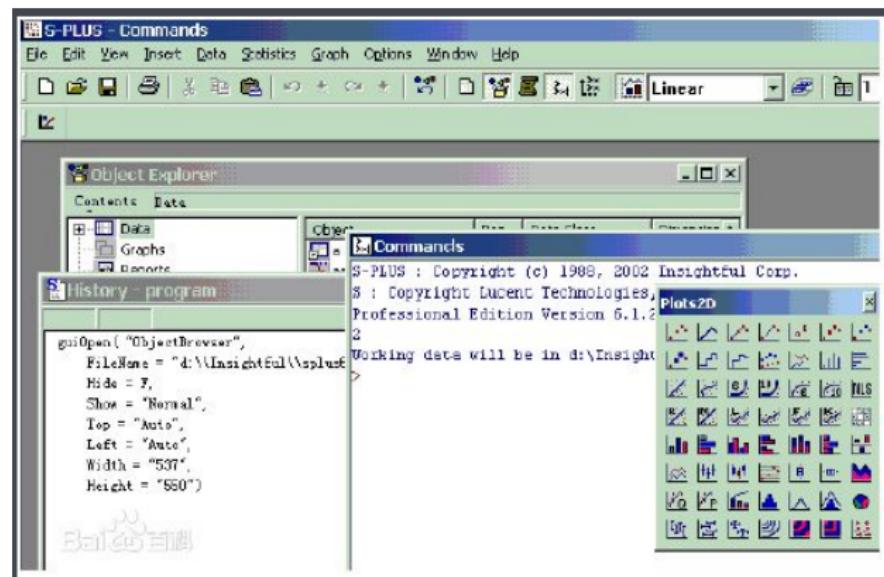


图: S-Plus 软件界面

57



# 所想即所得工具

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

31

## 所想即所得工具的优势

- ⌚ 想象力有多大，世界就有多精彩
- ⌚ 花有重开日，人无再少年
- ⌚ 深入算法内核，由术至道

## 所想即所得工具的劣势

- ⌚ 人机交互全靠命令，需要一定的编程基础
- ⌚ 需要扎实的统计学基础，学习曲线陡峭
- ⌚ 键盘易损坏，手指易抽筋

57



# 所想即所得工具

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

为什么要用绘图工具

何为利器

所见即所得工具

所想即所得工具

31

## 所想即所得工具的优势

- ✎ 想象力有多大，世界就有多精彩
- ✎ 花有重开日，人无再少年
- ✎ 深入算法内核，由术至道

## 所想即所得工具的劣势

- ✎ 人机交互全靠命令，需要一定的编程基础
- ✎ 需要扎实的统计学基础，学习曲线陡峭
- ✎ 键盘易损坏，手指易抽筋

57



# 目录

P&LRC

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

32

## 1 统计图形

## 2 统计绘图工具

## 3 R 简介

## 4 R 绘图

## 5 R 混合嵌入

57



# 为什么用 R

## R 的历史

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

33

- R 诞生于 1995 年，由新西兰 Auckland 大学统计学家 Robert Gentleman 和 Ross Ihaka 开发，而且完全开放源代码，是一款基于 GNU General Public License(GPL) 协议的开源软件
- R 是“所想即所得”工具，其核心是基于 S 语言设计的 R 语言，S 语言的代码可以不经过任何修改就在 R 中运行，因此 R 被看做是 S 语言的非商业化实现
- 由于两位开发者的名字都以“R”开头，而且为了向 S 语言致敬，因此命名为 R



Ross Ihaka



Robert Gentleman

57



# 为什么用 R

## R 的历史

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

33

- R 诞生于 1995 年，由新西兰 Auckland 大学统计学家 Robert Gentleman 和 Ross Ihaka 开发，而且完全开放源代码，是一款基于 GNU General Public License(GPL) 协议的开源软件
- R 是“所想即所得”工具，其核心是基于 S 语言设计的 R 语言，S 语言的代码可以不经过任何修改就在 R 中运行，因此 R 被看做是 S 语言的非商业化实现
- 由于两位开发者的名字都以“R”开头，而且为了向 S 语言致敬，因此命名为 R



Ross Ihaka



Robert Gentleman

57



# 为什么用 R

## R 的历史

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

33

- R 诞生于 1995 年，由新西兰 Auckland 大学统计学家 Robert Gentleman 和 Ross Ihaka 开发，而且完全开放源代码，是一款基于 GNU General Public License(GPL) 协议的开源软件
- R 是“所想即所得”工具，其核心是基于 S 语言设计的 R 语言，S 语言的代码可以不经过任何修改就在 R 中运行，因此 R 被看做是 S 语言的非商业化实现
- 由于两位开发者的名字都以“R”开头，而且为了向 S 语言致敬，因此命名为 R



Ross Ihaka



Robert Gentleman

57



# 为什么用 R

## R 的优势

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

34



CRAN  
Mirror  
What's new?  
Link Views  
Search

About R  
R Homepage  
The R Journal

Software  
R Sources  
R Bitrates  
Packages  
Other

Documentation  
Manuals  
FAQs  
Contributed

- R 具备 S-Plus 几乎所有的优点，而且更加小巧轻便
- 开源项目，完全免费，这点是其他统计软件都不具备的
- 因为上述优点，世界各地有大量研究机构和专业统计人员使用并自愿贡献代码，具有良好的生态系统

The Comprehensive R Archive Network

Download and Install R

Precompiled binary distributions of the base system and contributed packages. Windows and Mac users most likely want one of these versions of R:

- Download R for Linux
- Download R for Mac OS X
- Download R for Windows

R is part of many Linux distributions, you should check with your Linux package management system in addition to the link above.

Source Code for all Platforms

Windows and Mac users most likely want to download the precompiled binaries listed in the upper box, not the source code. The sources have to be compiled before you can use them. If you do not know what this means, you probably do not want to do it!

- The latest release (2017-11-30: Kite-Eating Tree) [R-3.4.3.tar.gz](#), read [what's new](#) in the latest version.
- Sources of [R alpha](#) and [beta releases](#) (daily snapshots, created only in time periods before a planned release).
- Daily snapshots of current patched and development versions are [available here](#). Please read about [new features](#) and [bug fixes](#) before filing corresponding feature requests or bug reports.
- Source code of older versions of R is [available here](#).
- Contributed extensions [packages](#)

Questions About R

- If you have questions about R like how to download and install the software, or what the license terms are, please read our [answers to frequently asked questions](#) before you send an email.

### What are R and CRAN?

R is "GNU S", a freely available language and environment for statistical computing and graphics which provides a wide variety of statistical and graphical techniques: linear and nonlinear modelling, statistical tests, time series analysis, classification, clustering, etc. Please consult the [R project homepage](#) for further information.

CRAN is a network of ftp and web servers around the world that store identical, up-to-date, versions of code and documentation for R. Please use the CRAN [mirror](#) nearest to you to minimize network load.

### Submitting to CRAN

To "submit" a package to CRAN, check that your submission meets the [CRAN Repository Policy](#) and then use the [web form](#).

If this fails, upload to <https://CRAN.R-project.org/incoming/> and send an email to [CRAN-submissions@R-project.org](mailto:CRAN-submissions@R-project.org) following the policy. Please do not attach submissions to emails, because this will clutter up the mailboxes of half a dozen people.

图: R 的官方网站 CRAN(<https://cran.r-project.org/>)

57



# 为什么用 R

## R 的优势

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

34



CRAN  
Mirror  
What's new?  
Link Views  
Search

About R  
R Homepage  
The R Journal

Software  
R Sources  
R Bitrates  
Packages  
Other

Documentation  
Manuals  
FAQs  
Contributed

The Comprehensive R Archive Network

Download and Install R

Precompiled binary distributions of the base system and contributed packages. Windows and Mac users most likely want one of these versions of R:

- Download R for Linux
- Download R for Mac OS X
- Download R for Windows

R is part of many Linux distributions, you should check with your Linux package management system in addition to the link above.

Source Code for all Platforms

Windows and Mac users most likely want to download the precompiled binaries listed in the upper box, not the source code. The sources have to be compiled before you can use them. If you do not know what this means, you probably do not want to do it!

- The latest release (2017-11-10: Kite-Eating Tree) [R-3.4.3.tar.gz](#), read [what's new](#) in the latest version.
- Sources of [R\\_alpha](#) and [beta releases](#) (daily snapshots, created only in time periods before a planned release).
- Daily snapshots of current patched and development versions are [available here](#). Please read about [new features](#) and [bug fixes](#) before filing corresponding feature requests or bug reports.
- Source code of older versions of R is [available here](#).
- Contributed extensions [packages](#)

Questions About R

- If you have questions about R like how to download and install the software, or what the license terms are, please read our [answers to frequently asked questions](#) before you send an email.

### What are R and CRAN?

R is "GNU S", a freely available language and environment for statistical computing and graphics which provides a wide variety of statistical and graphical techniques: linear and nonlinear modelling, statistical tests, time series analysis, classification, clustering, etc. Please consult the [R project homepage](#) for further information.

CRAN is a network of ftp and web servers around the world that store identical, up-to-date, versions of code and documentation for R. Please use the CRAN [mirror](#) nearest to you to minimize network load.

### Submitting to CRAN

To "submit" a package to CRAN, check that your submission meets the [CRAN Repository Policy](#) and then use the [web form](#).

If this fails, upload to <http://CRAN.R-project.org/incoming/> and send an email to [CRAN-submissions@R-project.org](mailto:CRAN-submissions@R-project.org) following the policy. Please do not attach submissions to emails, because this will clutter up the mailboxes of half a dozen people.

图: R 的官方网站 CRAN(<https://cran.r-project.org/>)

57



# 为什么用 R

## R 的优势

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

34

- R 具备 S-Plus 几乎所有的优点，而且更加小巧轻便
- 开源项目，完全免费，这点是其他统计软件都不具备的
- 因为上述优点，世界各地有大量研究机构和专业统计人员使用并自愿贡献代码，具有良好的生态系统



图：来自世界各地 R 的无私贡献者们

57



# 为什么用 R

## R 的优势

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

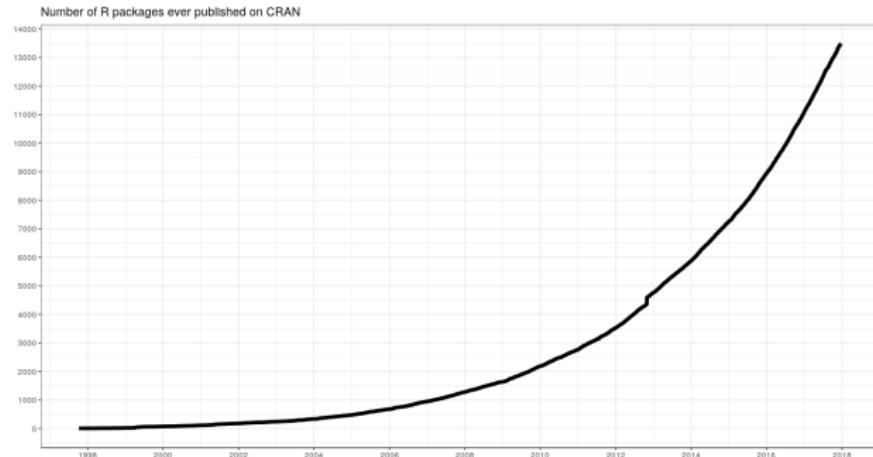
R 绘图

R 混合嵌入

57

35

- R 是高度模块化软件，通过各种程序包 (package) 来扩展其功能，目前 CRAN 上接收的程序包超过 12000 个，绝大多数来自志愿者的贡献
- 与其他语言具有极好的兼容性
- 目前最新的统计模型和算法几乎都有 R 的实现版本，与统计研究前沿相接轨



图：历年 R packages 提交的数量统计



# 为什么用 R

## R 的优势

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

35

- R 是高度模块化软件，通过各种程序包 (package) 来扩展其功能，目前 CRAN 上接收的程序包超过 12000 个，绝大多数来自自愿者的贡献
- **与其他语言具有极好的兼容性**
- 目前最新的统计模型和算法几乎都有 R 的实现版本，与统计研究前沿相接轨

## R 语言的兼容性

- 📎 **内部兼容：**由于 R 语言本身是解释性语言，执行效率较低，因此 R 的底层函数有很大一部分代码是 C 语言和 Fortran 语言编写的
- 📎 **外部兼容：**目前主流的编程语言，例如 JAVA、c++、python 等几乎都有相应的程序库来调用 R 语言编写的程序，来帮助这些编程语言简化统计计算和绘图相关的功能

57



# 为什么用 R

## R 的优势

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

35

- R 是高度模块化软件，通过各种程序包 (package) 来扩展其功能，目前 CRAN 上接收的程序包超过 12000 个，绝大多数来自自愿者的贡献
- 与其他语言具有极好的兼容性
- 目前最新的统计模型和算法几乎都有 R 的实现版本，与统计研究前沿相接轨

[Bayesian](#)  
[ChemPhys](#)  
[ClinicalTrials](#)  
[Cluster](#)  
[DifferentialEquations](#)  
[Distributions](#)  
[Econometrics](#)  
[Envirometrics](#)  
[ExperimentalDesign](#)  
[ExtremeValue](#)  
[Finance](#)  
[FunctionalData](#)  
[Genetics](#)  
[Graphics](#)  
[HighPerformanceComputing](#)  
[MachineLearning](#)  
[MedicalImaging](#)  
[MetaAnalysis](#)  
[Multivariate](#)  
[NaturalLanguageProcessing](#)

Bayesian Inference  
Chemometrics and Computational Physics  
Clinical Trial Design, Monitoring, and Analysis  
Cluster Analysis & Finite Mixture Models  
Differential Equations  
Probability Distributions  
Econometrics  
Analysis of Ecological and Environmental Data  
Design of Experiments (DoE) & Analysis of Experimental Data  
Extreme Value Analysis  
Empirical Finance  
Functional Data Analysis  
Statistical Genetics  
Graphic Displays & Dynamic Graphics & Graphic Devices & Visualization  
High-Performance and Parallel Computing with R  
Machine Learning & Statistical Learning  
Medical Image Analysis  
Meta-Analysis  
Multivariate Statistics  
Natural Language Processing

图: R packages 的任务分类

57



# 为什么用 R

## R 的优势

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

35

- R 是高度模块化软件，通过各种程序包 (package) 来扩展其功能，目前 CRAN 上接收的程序包超过 12000 个，绝大多数来自自愿者的贡献
- 与其他语言具有极好的兼容性
- 目前最新的统计模型和算法几乎都有 R 的实现版本，与统计研究前沿相接轨

[NumericalMathematics](#)

[OfficialStatistics](#)

[Optimization](#)

[Pharmacokinetics](#)

[Phylogenetics](#)

[Psychometrics](#)

[ReproducibleResearch](#)

[Robust](#)

[SocialSciences](#)

[Spatial](#)

[SpatioTemporal](#)

[Survival](#)

[TimeSeries](#)

[WebTechnologies](#)

[gR](#)

Numerical Mathematics

Official Statistics & Survey Methodology

Optimization and Mathematical Programming

Analysis of Pharmacokinetic Data

Phylogenetics, Especially Comparative Methods

Psychometric Models and Methods

Reproducible Research

Robust Statistical Methods

Statistics for the Social Sciences

Analysis of Spatial Data

Handling and Analyzing Spatio-Temporal Data

Survival Analysis

Time Series Analysis

Web Technologies and Services

gRaphical Models in R

图: R packages 的任务分类

57

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

36

- 在 R 中进行的所有操作都是针对存储在内存中的对象
- 用户通过输入命令调用函数，分析结果可以被直接显示在屏幕上，也可以被存入某个对象或被写入硬盘(如图片对象)
- 因为分析结果本身也是对象，所以它们也能被视为数据并能像一般数据那样被处理分析
- 数据可以从本地磁盘读取，也可从远程服务器端获得

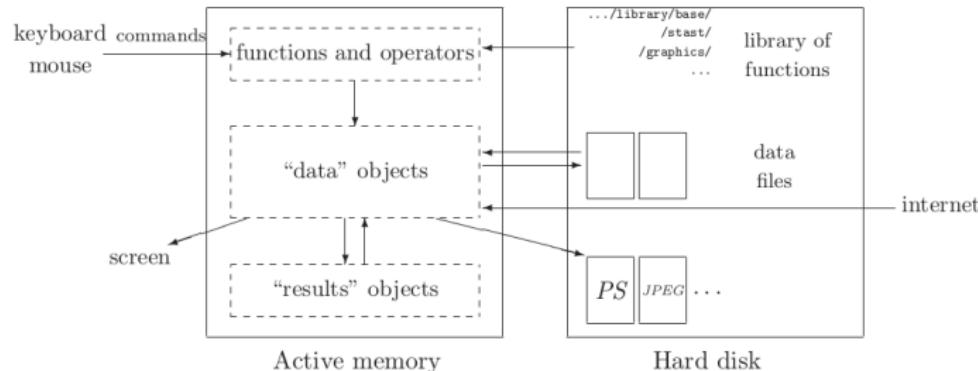


图: R 的工作原理

57



# 基础知识

## 安装运行环境

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

37

- R 的主安装程序由自愿者进行编译上传，基本上每个在 CRAN 上可以自由下载，包括 windows、linux 和 mac 三大主流平台
- 安装后的程序界面是一个交互式命令行终端，默认由一个“>”符号表示命令输入和结果输出指示符
- 在 windows 有一个简陋的 GUI，linux 和 mac 下默认只有 CLI 终端

The Comprehensive R Archive Network

**Download and Install R**

Precompiled binary distributions of the base system and contributed packages. **Windows and Mac** users most likely want one of these versions of R:

- [Download R for Linux](#)
- [Download R for \(Mac\) OS X](#)
- [Download R for Windows](#)

R is part of many Linux distributions, you should check with your Linux package management system in addition to the link above.

**Source Code for all Platforms**

Windows and Mac users most likely want to download the precompiled binaries listed in the upper box, not the source code. The sources have to be compiled before you can use them. If you do not know what this means, you probably do not want to do it!

- The latest release (2017-11-30, Kite-Eating Tree) [R-3.4.3.tar.gz](#), read [what's new](#) in the latest version.
- Sources of [R alpha and beta releases](#) (daily snapshots, created only in time periods before a planned release).
- Daily snapshots of current patched and development versions are [available here](#). Please read about [new features and bug fixes](#) before filing corresponding feature requests or bug reports.
- Source code of older versions of R is [available here](#).
- Contributed extension [packages](#)

**Questions About R**

- If you have questions about R like how to download and install the software, or what the license terms are, please read our [answers to frequently asked questions](#) before you send an email.

图: R 在 CRAN 的下载界面

57



# 基础知识

## 安装运行环境

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

57

- R 的主安装程序由自愿者进行编译上传，基本上每个在 CRAN 上可以自由下载，包括 windows、linux 和 mac 三大主流平台
- 安装后的程序界面是一个交互式命令行终端，默认由一个“>”符号表示命令输入和结果输出指示符
- 在 windows 有一个简陋的 GUI，linux 和 mac 下默认只有 CLI 终端

37

57



# 基础知识

## 安装运行环境

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

37

- R 的主安装程序由自愿者进行编译上传，基本上每个在 CRAN 上可以自由下载，包括 windows、linux 和 mac 三大主流平台
- 安装后的程序界面是一个交互式命令行终端，默认由一个“>”符号表示命令输入和结果输出指示符
- 在 windows 有一个简陋的 GUI，linux 和 mac 下默认只有 CLI 终端

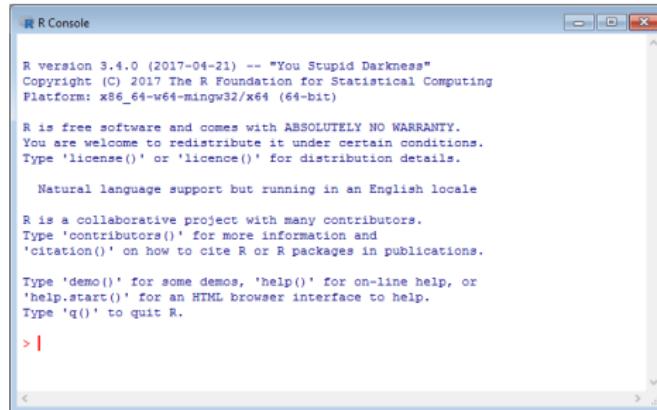


图: R 在 windows 下的 GUI

57



# 基础知识

## 安装运行环境

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

37

- R 的主安装程序由自愿者进行编译上传，基本上每个在 CRAN 上可以自由下载，包括 windows、linux 和 mac 三大主流平台
- 安装后的程序界面是一个交互式命令行终端，默认由一个“>”符号表示命令输入和结果输出指示符
- 在 windows 有一个简陋的 GUI，linux 和 mac 下默认只有 CLI 终端

```
# mono @ mono-vm in ~ [17:41:52]
$ R

R version 3.4.3 (2017-11-30) -- "Kite-Eating Tree"
Copyright (C) 2017 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-pc-linux-gnu (64-bit)

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

Natural language support but running in an English locale

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.
> |
```

图: R 在 linux 下的 cli 终端

57



# 基础知识

## 基本操作

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

- R 的第一种操作就是“输入命令 → 回车 → 输出结果”这种标准的交互式命令行方式

```
1 > x = runif(100); y = 0.2*x + 0.1*rnorm(100)
2 > fit = lm(y ~ x)
3 > summary(fit)
```

```
1 Call:
2 lm(formula = y ~ x)
3 
4 Residuals:
5   Min       1Q   Median       3Q      Max
6 -0.30665 -0.05002 -0.01135  0.06047  0.24599
7 
8 Coefficients:
9             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
10 (Intercept) 0.02052    0.01670   1.229   0.222
11 x            0.17510    0.03107   5.636 1.67e-07 ***
12 ---
13 Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1
14 
15 Residual standard error: 0.08959 on 98 degrees of freedom
16 Multiple R-squared:  0.2448,    Adjusted R-squared:  0.2371
17 F-statistic: 31.77 on 1 and 98 DF,  p-value: 1.671e-07
```



# 基础知识

## 基本操作

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

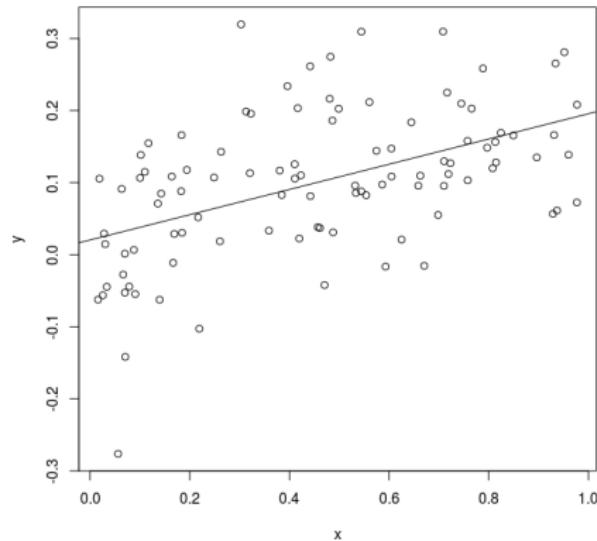
面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

1 `plot(x, y); abline(fit)`

38



57



# 基础知识

## 基本操作

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

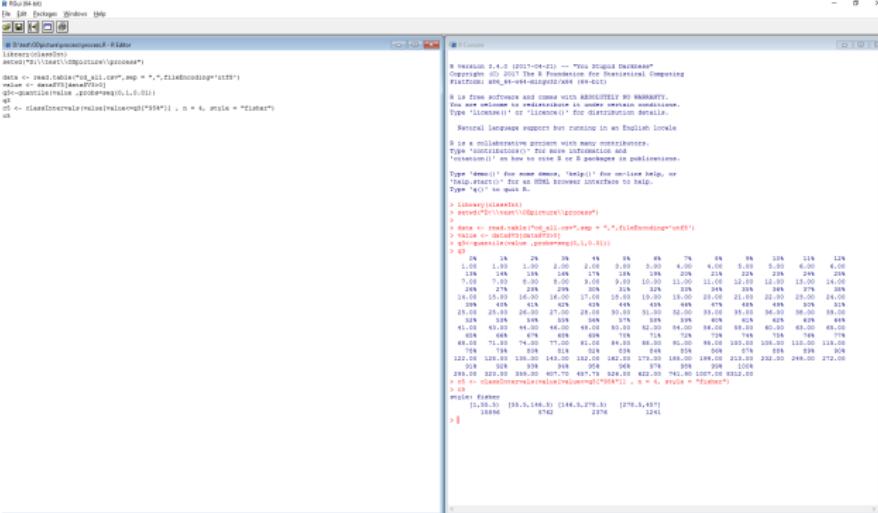
函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

● 第二种方式是将脚本代码写在文件中，然后一次性运行  
 ● 如果代码量很大建议使用第二种方式，因为文件比较容易修改和保存，而且目前有专用 IDE 可以辅助编写 R 脚本代码



```

# process.R
library(classInt)
source("D:/test/Rscript/process.R")
data <- read.csv("D:/all.csv", sep = ",", fileEncoding="UTF-8")
n <- nrow(data)
q <- quantile(data[,ncol(data)-1], 1:(L-1))
q[1] <- -Inf
q[L] <- Inf
q
ci <- classIntervals(data[,ncol(data)], n = L, style = "kmeans")
cbind(q, ci)
  
```

图：在文本编辑器中编写脚本，然后一次性在终端运行



# 基础知识

## 基本操作

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

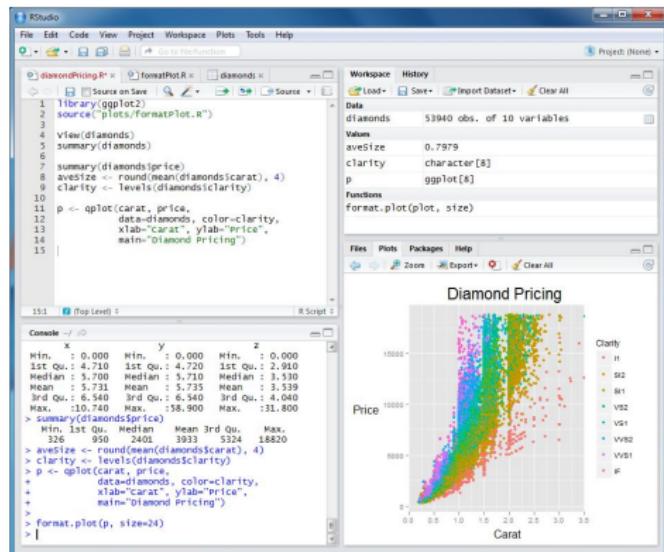
面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

39

- 第二种方式是将脚本代码写在文件中，然后一次性运行
- 如果代码量很大建议使用第二种方式，因为文件比较容易修改和保存，而且目前有专用 IDE 可以辅助编写 R 脚本代码



图：RStudio 是目前最专业的 R IDE，具有大量针对 R 语言特点设计的功能，而且个人桌面版完全开源，可以免费使用

57



# 基础知识

## 程序包

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

40

- R 的程序包分为 base 包和 contrib 包

- base 包是安装 R 的时候就自带的，不需要单独安装，这类包的质量都非常高，性能稳定
- contrib 包是自愿者上传的，质量参次不齐；其中质量好且用户量大的扩展包有可能会纳入下一个版本的主程序包

[base](#)

Binaries for base distribution. This is what you want to [install R for the first time](#).

[contrib](#)

Binaries of contributed CRAN packages (for R >= 2.13 x; managed by Uwe Ligges). There is also information on [third party software](#) available for CRAN Windows services and corresponding environment and make variables.

[old.contrib](#)

Binaries of contributed CRAN packages for outdated versions of R (for R < 2.13 x; managed by Uwe Ligges).

[Rtools](#)

Tools to build R and R packages. This is what you want to build your own packages on Windows, or to build R itself.

Please do not submit binaries to CRAN. Package developers might want to contact Uwe Ligges directly in case of questions / suggestions related to Windows binaries.

You may also want to read the [R FAQ](#) and [R for Windows FAQ](#).

Note: CRAN does some checks on these binaries for viruses, but cannot give guarantees. Use the normal precautions with downloaded executables.

图: CRAN 上下载 base 包和 contrib 包

57



# 基础知识

## 程序包

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

40

- R 的程序包分为 **base** 包和 **contrib** 包
- **base** 包是安装 R 的时候就自带的，不需要单独安装，这类包的质量都非常高，性能稳定
- **contrib** 包是自愿者上传的，质量参次不齐；其中质量好且用户量大的扩展包有可能会纳入下一个版本的主程序包

| 名称               | 用途                   |
|------------------|----------------------|
| <b>base</b>      | R 基础函数包              |
| <b>methods</b>   | 用于 R 对象和编程工具的方法和类的定义 |
| <b>datasets</b>  | R 通用数据集              |
| <b>graphics</b>  | 基础统计绘图包              |
| <b>utils</b>     | 通用函数包                |
| <b>stats</b>     | 基础统计计算包              |
| <b>grDevices</b> | 基础或 grid 图形设备        |

表：常用的 base 包



# 基础知识

## 程序包

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

40

- R 的程序包分为 **base** 包和 **contrib** 包
- **base** 包是安装 R 的时候就自带的，不需要单独安装，这类包的质量都非常高，性能稳定
- **contrib** 包是自愿者上传的，质量参次不齐；其中质量好且用户量大的扩展包有可能会纳入下一个版本的主程序包

| 名称       | 用途            |
|----------|---------------|
| cluster  | 聚类分析包         |
| maptools | 空间数据读取和处理包    |
| spatstat | 空间点数据分析包      |
| sp       | 空间数据基础类包      |
| spdep    | 空间自相关模型包      |
| ggplot2  | 基于绘图语法的数据可视化包 |
| knitr    | R 文学编程包       |

表：常用的 contrib 包

57



# 基础知识

## 程序包

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

- **base** 包在 R 启动之后自动加载，可以直接使用；而 **contrib** 包则需要通过 **library** 函数调用，如果未安装相应包则会报错
- 通过 **install.packages** 函数安装 **contrib** 包

41

```
> library(sp)
2 Error in library(sp) : there is no package called 'sp'
```

57



# 基础知识

## 程序包

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

- base 包在 R 启动之后自动加载，可以直接使用；而 contrib 包则需要通过 library 函数调用，如果未安装相应包则会报错
- 通过 install.packages 函数安装 contrib 包

41

```
> library(sp)
2 Error in library(sp) : there is no package called 'sp'
```

1

```
> install.packages("sp")
2 Installing package into '/home/mono/Softwares/R/3.4'
3 (as 'lib' is unspecified)
4 --- Please select a CRAN mirror for use in this session ---
5 trying URL 'http://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/CRAN/src/contrib/
   sp_1.2-6.tar.gz'
6 Content type 'application/octet-stream' length 1133739 bytes (1.1
   MB)
7 =====
8 downloaded 1.1 MB
9
10 * installing *source* package 'sp' ...
```

57



# 基础知识

## 帮助系统

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

42

- 通过?命令或者help 函数 查看程序包中函数的本地帮助文档
- 通过 help.search 函数在整个帮助系统中进行关键字搜索
- find 函数可以根据名称精确查找对象，apropos 函数可以根据名称模糊查找对象

```
1 > ?lm
2 lm                  package:stats          R Documentation
3
4 Fitting Linear Models
5
6 Description:
7
8     'lm' is used to fit linear models. It can be used to
9     carry out regression, single stratum analysis of variance and
10    analysis of covariance (although 'aov' may provide a more
11    convenient interface for these).
12
13 Usage:
14
15 lm(formula, data, subset, weights, na.action, method = "qr",
16     model = TRUE, x = FALSE, y = FALSE, qr = TRUE, singular.ok =
17     TRUE, contrasts = NULL, offset, ...)
```

13

14

15

Arguments:

57



# 基础知识

## 帮助系统

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

42

- 通过?命令或者help 函数 查看程序包中函数的本地帮助文档
- 通过help.search 函数在整个帮助系统中进行关键字搜索
- find 函数可以根据名称精确查找对象，apropos 函数可以根据名称模糊查找对象

```
1 > help.search("data input")
2 Help files with alias or concept or title matching 'data input'
   using fuzzy matching:
3
4
5 utils::read.DIF           Data Input from Spreadsheet
6 utils::read.table          Data Input
7
8
9 Type '?PKG::FOO' to inspect entries 'PKG::FOO', or 'TYPE?PKG::FOO'
   ' for entries like 'PKG::FOO-TYPE'.
```

57



# 基础知识

## 帮助系统

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

42

- 通过? 命令或者 help 函数 查看程序包中函数的本地帮助文档
- 通过 help.search 函数在整个帮助系统中进行关键字搜索
- find 函数可以根据名称精确查找对象， apropos 函数可以根据名称模糊查找对象

```
1 > find("lm")
2 [1] "package:stats"
3 > apropos("lm")
4 [1] "colMeans"           ".colMeans"          "confint.lm"        "contr
5 [5] "dummy.coef.lm"     "getAllMethods"      "glm"              "glm.
6 [9] "glm.fit"            "KalmanForecast"    "KalmanLike"       "
7 [13] "KalmanSmooth"     "kappa.lm"          "lm"               ".lm.
8 [17] "lm.fit"             "lm.influence"     "lm.wfit"         "model
9 [21] "nlm"                "nlminb"           "predict.glm"     "
10 [25] "residuals.glm"    "residuals.lm"     "summary.glm"     "
```

57



# 数据操作

## 对象 (object)

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

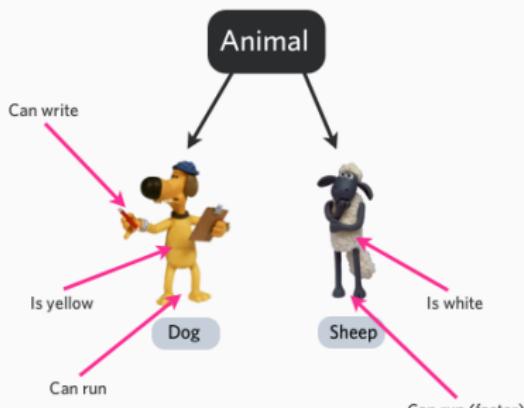
函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

43



在 R 语言中，几乎任何东西都是对象

57



# 数据操作

## 数据类型 (mode)

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

44

- 实数型 (real): 整数 (integer)、单精度 (single)、双精度 (double)
- 虚数型 (complex): 如  $10+21i$
- 字符型 (character, string): 如 "hello world"
- 逻辑型 (logical): TRUE(可以简写成 T), FALSE(可以简写成 F)
- 函数 (function)
- 表达式 (expression)

```
1 > x <- 1
2 > mode(x)
3 [1] "numeric"
4 > length(x)
5 [1] 1
6 > A <- "Gomphotherium"; compar <- TRUE; z <- 1i
7 > mode(A); mode(compar); mode(z)
8 [1] "character"
9 [1] "logical"
10 [1] "complex"
11 # 表达式
12 > x <- 3; y <- 2.5; z <- 1
13 > exp1 <- expression(x / (y + exp(z)))
14 > exp1
15 expression(x/(y + exp(z)))
16 > eval(exp1)
17 [1] 0.5749019
```

57



# 数据操作

## 数据结构

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

45

- R 语言中为了提高数据的使用效率，预定义了专门用于表示数据的对象，也就是数据结构，这些数据结构支撑了 R 强大的统计分析能力

| 数据结构             | 类型                 |
|------------------|--------------------|
| 向量 (vector)      | 数值型, 字符型, 复数型, 逻辑型 |
| 因子 (factor)      | 数值型, 字符型           |
| 数组 (array)       | 数值型, 字符型, 复数型, 逻辑型 |
| 矩阵 (matrix)      | 数值型, 字符型, 复数型, 逻辑型 |
| 数据框 (data.frame) | 数值型, 字符型, 复数型, 逻辑型 |
| 列表 (list)        | 任意其他类型             |
| 时间序列 (ts)        | 数值型, 字符型, 复数型, 逻辑型 |

表：R 基础数据结构

57



# 数据操作

## 数据结构

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

46

## 向量 (vector)

- 向量是 R 中最基本的数据单元，向量中的对象类型必须相同
- 构建向量常用的函数: rep()、c()、seq()、cbind()、rbind() 等
- 向量的下标从 1 开始，这和其他计算机高级编程语言是不一样的！

```
1 > x <- 1:10; x
2 [1] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3 > x[3]
4 [1] 3
5 > c(7.11, 9.11, 9.19, 1.23)
6 [1] 7.11 9.11 9.19 1.23
7 > c("B", "A")
8 [1] "B" "A"
9 > rep(1, 10)
10 [1] 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
11 > seq(1, 5, 0.5)
12 [1] 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0
13 > cbind(0, rbind(1, 1:3))
14      [,1] [,2] [,3] [,4]
15 [1,]     0     1     1     1
16 [2,]     0     1     2     3
```

57



# 数据操作

## 数据结构

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

47

### 因子 (factor)

- 因子是对应统计学中的分类数据 (categorical data) 而设计的
- 因子形式上是一个对等长的向量元素进行分类 (分组) 的向量对象
- 因子数据具有水平 (level) 和标签 (label)，前者即分类变量的不同取值，后者即各类取值的名称

```
1 > factor(1:3, labels=c("A", "B", "C"))
2 [1] A B C
3 Levels: A B C
4 > (x = factor(c(1, 2, 3, 1, 1, 3, 2, 3, 3), levels = 1:3,
5 +   labels = c("g1", "g2", "g3")))
6 [1] g1 g2 g3 g1 g1 g3 g2 g3 g3
7 Levels: g1 g2 g3
```

57



# 数据操作

## 数据结构

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

48

```
# 二维矩阵
> matrix(data=5, nr=2, nc=2)
      [,1] [,2]
[1,]     5     5
[2,]     5     5
# 三维数组
> array(1:24, c(3, 4, 2))
, , 1
      [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,]     1     4     7    10
[2,]     2     5     8    11
[3,]     3     6     9    12
,
, , 2
      [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,]    13    16    19    22
[2,]    14    17    20    23
[3,]    15    18    21    24
```

57



# 数据操作

## 数据结构

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

## 列表 (list)

- 列表是一种灵活的数据结构，用于生成包含不同类型对象的集合

```
1 # 创建 list  
2 > x <- 1:4; y <- 2:4; L1 <- list(A=x, B=y); L1  
3 $A  
4 [1] 1 2 3 4  
5  
6 $B  
7 [1] 2 3 4  
8 # list 元素的引用  
9 > L1[[1]]  
10 [1] 1 2 3 4  
11 > L1[["A"]]  
12 $A  
13 [1] 1 2 3 4  
14 > L1[["A"]]  
15 [1] 1 2 3 4  
16 > L1$B  
17 [1] 2 3 4
```



# 数据操作

## 数据结构

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

50

### 数据框 (data.frame)

- 数据框是由许多向量组成的一个二维的对象，主要用于保存建模所需要的数据
- 数据框的实质是一个“整齐的”列表，它只要求各列内的数据类型相同，而列之间的可以不同
- **数据框是 R 中最重要的一种数据结构，大多数数据都是以数据框形式输入到 R 中的**

```
1 # 创建数据框
2 # 数据框中的向量必须有相同的长度, 如果其中有一个比其它的短, 它将
   "循环" 整数次(以使得其长度与其它向量相同)
3 > x <- 1:4; M <- c(10, 35); y <- 2:4
4 > data.frame(x, M)
5   x   M
6 1 1 10
7 2 2 35
8 3 3 10
9 4 4 35
10 > data.frame(x, y)
11 Error in data.frame(x, y) :
12   arguments imply differing number of rows: 4, 3
```

57



# 数据操作

## 数据输入输出

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

51

- R 的数据可以按照数据结构手动输入，也可以通过读取外部文件自动输入
- R base 包提供了文本文件 (ASCII) 的读取函数：read.table、scan 和 read.fwf 等
- R base 包也提供了文本文件 (ASCII) 的输出函数：write.table
- 另外，图形作为对象也可以输出，这将在后面会专门介绍

57



# 数据操作

## 数据输入输出

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

51

- R 的数据可以按照数据结构手动输入，也可以通过读取外部文件自动输入
- R base 包提供了文本文件 (ASCII) 的读取函数：`read.table`、`scan` 和 `read.fwf` 等
- R base 包也提供了文本文件 (ASCII) 的输出函数：`write.table`
- 另外，图形作为对象也可以输出，这将在后面会专门介绍

```
1 # 从外部读取 data.dat 文件，并且将数据赋给一个名为 mydata 的对象，这  
#   里 mydata 是一个 data.frame 数据结构  
2 > mydata <- read.table("data.dat")  
3  
4 # read.table 的参数  
5 read.table(file, header = FALSE, sep = "", quote = "\"", dec =  
#           ".", row.names, col.names, as.is = FALSE, na.strings = "NA",  
#           colClasses = NA, nrow = -1, skip = 0, check.names = TRUE,  
#           fill = !blank.lines.skip, strip.white = FALSE, blank.lines.skip  
#           = TRUE, comment.char = "#")
```

57



# 数据操作

## 数据输入输出

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

51

- R 的数据可以按照数据结构手动输入，也可以通过读取外部文件自动输入
- R base 包提供了文本文件 (ASCII) 的读取函数：`read.table`、`scan` 和 `read.fwf` 等
- R base 包也提供了文本文件 (ASCII) 的输出函数：`write.table`
- 另外，图形作为对象也可以输出，这将在后面会专门介绍

```
1 # 函数 write.table 可以在文件中写入一个对象，一般是写一个数据框，也可以是其它类型的对象
2 write.table(x, file = "", append = FALSE, quote = TRUE, sep = " "
, eol = "\n", na = "NA", dec = ".", row.names = TRUE, col.
names = TRUE, qmethod = c("escape", "double"))
```

57



# 数据操作

## 数据输入输出

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

51

- R 的数据可以按照数据结构手动输入，也可以通过读取外部文件自动输入
- R base 包提供了文本文件 (ASCII) 的读取函数：**read.table**、**scan** 和 **read.fwf** 等
- R base 包也提供了文本文件 (ASCII) 的输出函数：**write.table**
- 另外，图形作为对象也可以输出，这将在后面会专门介绍

57



# 程序控制

## 控制语句

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

52

- if (条件) 表达式
- if (条件) 表达式 else 表达式
- if...else if...else if... else...
- ifelse (条件, yes, no)
- for (变量 in 向量) 表达式
- while (条件) 表达式

循环的编程模式在 R 中效率很低，尽量避免使用！

57



# 程序控制

## 控制语句

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

52

- if (条件) 表达式
- if (条件) 表达式 else 表达式
- if...else if...else if... else...
- ifelse (条件, yes, no)
- for (变量 in 向量) 表达式
- while (条件) 表达式

循环的编程模式在 R 中效率很低，尽量避免使用！

57



# 程序控制

## 控制语句

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

52

- if (条件) 表达式
- if (条件) 表达式 else 表达式
- if...else if...else if... else...
- ifelse (条件, yes, no)
- for (变量 in 向量) 表达式
- while (条件) 表达式

循环的编程模式在 R 中效率很低，尽量避免使用！

57



# 函数

P&LRC

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

53

```
1 # 定义峰度函数kurtosis,该函数有两个参数,数据向量x和是否删除缺失值
  na.rm,后者有默认值FALSE
2 > kurtosis = function(x, na.rm = FALSE) {
3 +   if (na.rm)
4 +     x = x[!is.na(x)]
5 +   return(sum((x - mean(x))^4)/(length(x) * var(x)^2) - 3)
6 + }
7 > # 引用函数
8 > kurtosis(runif(100))
9 [1] -1.36086
```

57



# 面向对象编程

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

54

- R 语言中支持面向对象 (Object-Oriented, OO) 编程来提高代码的使用率，从而实现具体功能的扩展和模块化
- R 语言作为一种统计编程语言，需要用的 OO 的场景主要有以下两类：
  - 当需要用一种新的类型来表示数据，该类型与已有的数据类型有区别的时候
  - 当需要一个新的函数，该函数可以根据不同的参数类型做出不同的反应的时候
- R 语言中有三种 OO 的实现系统：S3、S4 和 RC(R5)

57



# 面向对象编程

## S3 系统

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

为什么用 R

基础知识

数据操作

程序控制

函数

面向对象编程

R 绘图

R 混合嵌入

- S3 是 R 语言的第一种也是最简单的一种 OO 系统，也是 CRAN 程序包中最常用的一种 OO 系统
- S3 系统中方法 (method) 是属于函数而不是属于类，这种函数称为泛型函数(generic function)
- 泛型函数的形式是 generic.class(), 其实质是根据传入函数的第一个参数的类去调用相应的“子函数”

```
55 > library(pryr) # 调用 pryr 程序包检测某个方法是否是 S3 系统
56 > df <- data.frame(x = 1:10, y = letters[1:10])
57 > otype(df)      # data.frame 是一个 S3 方法
58 [1] "S3"
59 # 调用 methods() 来查看属于某个泛型的所有方法
60 > methods("mean")
61 [1] mean.Date      mean.default      mean.difftime      mean.POSIXct
62           mean.POSIXlt
63 # 根据传入函数的第一个参数的类去调用相应的“子函数”
64 > (today <- Sys.Date())
65 [1] "2018-01-18"
66 > tenweeks <- seq(today, length.out=10, by="1 week")
67 > class(tenweeks)
68 [1] "Date"
69 > mean(tenweeks) # 这里调用的实际上是 mean.Date
70 [1] "2018-02-18"
```



# 目录

P&LRC

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

56

- 1 统计图形
- 2 统计绘图工具
- 3 R 简介
- 4 R 绘图
- 5 R 混合嵌入

57



# 目录

P&LRC

统计图形和 R

统计图形

统计绘图工具

R 简介

R 绘图

R 混合嵌入

57

- 1 统计图形
- 2 统计绘图工具
- 3 R 简介
- 4 R 绘图
- 5 R 混合嵌入

57

汇报完毕  
谢谢！

