



统计软件应用与方法系列丛书

非参数统计与 SPSS/R/SAS 软件应用

Nonparametric Statistics with Applications
in SPSS/R/SAS

董寒青 编著 易丹辉 主审



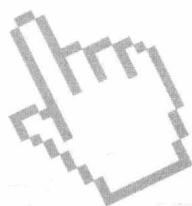


统计软件应用与公式系列丛书

非参数统计与 SPSS/R/SAS 软件应用

Nonparametric Statistics with Applications
in SPSS/R/SAS

董寒青 编著 易丹辉 主审



图书在版编目(CIP)数据

非参数统计与 SPSS/R/SAS 软件应用 / 董寒青编著.

——北京：中国统计出版社，2018.1

(统计软件应用与方法系列丛书)

ISBN 978—7—5037—8143—8

I. ①非… II. ①董… III. ①非参数统计—统计分析

—应用软件 IV. ①O212.7—39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 121100 号

非参数统计与 SPSS/R/SAS 软件应用

作 者/董寒青

责任编辑/姜 洋

装帧设计/黄 晨

出版发行/中国统计出版社

电 话/邮购(010)63376909 书店(010)68783171

网 址/<http://www.zgtjcb.com>

印 刷/河北鑫兆源印刷有限公司

经 销/新华书店

开 本/787×1092mm 1/16

字 数/350 千字

印 张/18.75

版 别/2018 年 1 月第 1 版

版 次/2018 年 1 月第 1 次印刷

定 价/49.00 元

版权所有。未经许可，本书的任何部分不得以任何方式在世界任何地区
以任何文字翻印、仿制或转载。

中国统计版图书，如有印装错误，本社发行部负责调换。

前 言

非参数统计是统计学的一个重要分支。由于它对总体分布假定的要求条件很宽泛,且适用于低尺度测量的数据类型,因此在数据分析的研究与实践中有广泛的应用。

本书在介绍非参数统计各个方法原理的基础上,使用 SPSS、R、SAS 三种统计软件对其进行计算。以 SPSS 为主,配合 R、SAS 程序,各个软件各具特色,不同软件实现的结果有助于读者更加深入地理解原理。本书更加注重对 SPSS 新版本的操作与其结果的解释分析,除了输出形式的变化之外,还补充了旧版本所不具备的一些功能,如多个样本的非参数检验还增加了多重比较的内容,这为研究者对问题的深入研究提供了帮助。

本书在内容上,主要包括:第一章绪论——作为全书的铺垫,第二章至第六章则按照 SPSS 的单个样本、两个相关样本、两个独立样本和多个相关样本、多个独立样本的非参数检验的顺序安排,第七章则是非参数的相关分析,第八章是列联分析与对数线性模型,第九章是非参数密度估计与非参数回归简介。

本书能够出版,要衷心地感谢易丹辉教授的鼎力相助以及指导,感谢她提出的宝贵的修改意见,同时感谢中国统计出版社的支持。在非参数统计课程的教学过程中,本人曾得到吴喜之教授的帮助,在此也对吴老师深表谢意。另外还要谢谢我的学生叶霖、张丽影等同学所给予的协助。

由于水平所限,书中难免会有不足,望读者不吝指正。

董寒青

二〇一七年十一月于北京

目 录

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 变量与数据	1
§ 1.2 统计检验回顾	2
§ 1.3 非参数统计方法	3
§ 1.4 统计软件	5
第 2 章 单样本非参数检验	8
§ 2.1 χ^2 检验	8
§ 2.2 Kolmogorov-Smirnov 检验	18
§ 2.3 符号检验	29
§ 2.4 Wilcoxon 符号秩检验	43
§ 2.5 游程检验	53
第 3 章 两相关样本的非参数检验	60
§ 3.1 符号检验和 Wilcoxon 符号秩检验	60
§ 3.2 McNemar 检验	68
§ 3.3 Marginal Homogeneity 检验	79
第 4 章 两个独立样本的非参数检验	84
§ 4.1 Mann-Whitney-Wilcoxon 检验	84
§ 4.2 Wald-Wolfowitz 游程检验	95
§ 4.3 两样本的 Kolmogorov-Smirnov 检验	98
§ 4.3 Moses 极端反应检验	107
第 5 章 k 个相关样本的非参数检验	111
§ 5.1 Cochran Q 检验	111
§ 5.2 Friedman 检验	120
第 6 章 k 个独立样本的非参数检验	129
§ 6.1 Kruskal-Wallis 检验	129
§ 6.2 Brown-Mood 中位数检验	139
§ 6.3 Jonckheere-Terpstra 趋势检验	147

第 7 章 相关分析	155
§ 7.1 Spearman 秩相关	155
§ 7.2 Kendall 秩相关	162
§ 7.3 秩评定的 Kendall 协和系数	167
第 8 章 列联分析与对数线性模型	177
§ 8.1 列联分析	177
§ 8.2 对数线性模型的类型和参数估计	203
第 9 章 非参数密度估计与非参数回归简介	221
§ 9.1 非参数密度估计	221
§ 9.2 非参数回归	225
附表	232
附录:彩色图形	293
参考文献	294

第1章 绪论

为了很好地掌握非参数统计的知识,首先就要搞清楚什么是变量与数据,了解数据类型。

§ 1.1 变量与数据

一、概念

变量即为说明现象某种特征的概念。如反映空气质量的AQI(空气质量指数),反映受教育程度的学历,学生奖学金的等级,等等。

数据即为变量的具体表现,也称为变量值;或者说,数据即是观察到的变量的结果,所以也称其为观察值。

二、变量的类型

变量的类型从大的方面来说分为定性变量和定量变量。其中定性变量包括分类变量和顺序变量:分类变量是说明事物类别的一个名称,顺序变量是有序类别变量。定量变量或称数值变量,它是说明事物数字特征的一个名称,可分为离散变量和连续变量。

三、数据的类型

数据按照测量尺度由低向高的不同层次分为:定类数据、定序数据、定距数据和定比数据。

(一) 定类数据

定类数据即名义尺度测量的数据,表现为不同的类别,它只区分事物的特征,如性别、职业、民族、地区等。定类数据一般用文字表述,也可以用数字或符号表示某类事物,但这里的数字仅仅是一个标识而已,并非有大小之分,因此其运算也只能有“=”或“≠”。譬如,男性取值为1,女性取值为0;或男性取值为1,女性取值为2。定类数据的描述性统计量有众数、频数等。

(二) 定序数据

在分类的基础上,事物的某种特征按照一定的顺序或级别排列的数据称为定序数据。如学历分为文盲、小学、初中、中专或高中、大专或本科、硕士或博士研究生,其水平是按照从低至高的文化程度排列的。因此,定序数据除了有“=”或“≠”的运算之外,还有“>”或“<”的运算。如学生的奖学金等级:一等奖学金高于二等奖学金,二等奖学金高于三等奖学金,而三等奖学金又高于未获奖。最适合描述定序数据集中趋势的统计量是中位数,反映其离散程度的是分位数。

(三) 定距数据

定距数据即间隔尺度测量的数据,它不仅能将事物区分类别和等级,而且将等级测量的刻度加细,成为以数字表现的狭义理解的数据。例如成绩若以“优、良、中、及格、不及格”来

区分水平档次则为定序数据,若以百分制来衡量,即为定距数据。例如,定距尺度在实际应用中较为普遍,如温度、智商等都是定距测量。定距尺度是一种定量的测量层次,它不仅能反映事物的类别和顺序,而且能反映事物的具体数量和数量之间的距离。它是比定序尺度又高一层次的测量,不仅能进行“=”“≠”“>”“<”的运算,还能进行“+”“-”的运算。定距尺度中描述性统计量,除了反映集中趋势的众数、中位数、均值外,还有反映离散程度的方差、标准差等,一般的定量统计方法都可以在这一测量层次应用。

(四) 定比数据

定比尺度是在定距尺度上增加绝对零点的一种测量层次,也称作等比尺度、比率尺度。是否具有实际意义的零点存在,是定比尺度与定距尺度的唯一区别。定比尺度由于有一绝对零点存在,因而比定距尺度更利于反映事物之间的比例或比率关系,它是所有测量层次中最高一层的测量,不仅能进行“=”“≠”“>”“<”“+”“-”的运算,而且能进行“×”“÷”的运算。在定比测量中,描述性统计量不仅有算术平均值,还有几何平均值,不仅有方差、均方差,还有变异系数等。

以上四种数据类型是由低尺度测量向高尺度测量的结果。高尺度测量的数据可以向低尺度测量的数据转化,但反之不然。由于不同测量层次的数据具有不同的数学性质,因而对于不同类型的数据往往采用不同的统计方法进行分析。

另外,一般问题研究时,有时对于定距数据和定比数据不加区分,而是将其均作为数值型数据进行处理,除非有特殊情况严格区分。

§ 1.2 统计检验回顾

在统计推断中涉及这样的问题:如何利用部分事件的观察作出大量事件的结论。例如,要确定几种牌号的彩色电视机在我国居民中哪种最受欢迎,可以这样去搜集资料:到一家最大的商场站在柜台边,计数一天中每种牌号彩电的销售数量,几乎可以肯定哪几种牌号彩电销量不同。但能否推断:那一天在这家商场销量最多的彩电是最受我国居民欢迎的呢?这取决于那种彩电的销售地域,也取决于那家商场的代表性,还取决于所观察的那些买主的代表性。统计检验正是要解决这一问题:如何根据样本观察值判断所得出的结论是否正确。传统的方法是利用样本资料计算检验的统计量的值。若其值落在否定域,则拒绝 H_0 ;若落在否定域之外,则在所选择的显著性水平上,不能拒绝 H_0 。但使用统计软件计算的检验结果,直接输出了在该统计量的值下相应的观察到的显著性概率 P 值(SPSS 将其记为 Sig.),因此决策时只要将它与给定的显著性水平 α 进行比较即可。统计检验的步骤如下:

第一,提出原假设 H_0 和备择假设 H_1 ;

第二,确定在原假设 H_0 成立的情况下的检验统计量的抽样分布;

第三,给定显著性水平 α ;

第四,根据样本数据计算统计量的实现值;

第五,根据这个实现值计算 P 值(SPSS 将其记为 Sig.);

第六,决策。若 P 值小于或等于 α ,则拒绝原假设,这时犯错误的概率最多为 α ;若 P 值大于 α ,则不拒绝原假设,因为证据不足。

作为传统的查临界值方法的步骤,替代第五和第六步即是确定否定域(或称拒绝域),然后进

行决策:

若根据样本计算统计量的值落入否定域,则拒绝原假设 H_0 ;若落入否定域之外,则在所选择的显著性水平上,不能拒绝原假设 H_0 。

更加细致地使用 P 值进行决策:

对于双侧检验,若 SPSS 输出的也是双尾显著性概率 Sig. (2-tailed),则将其与给定的显著性水平 α 直接比较:当它小于或等于 α 时,有理由拒绝原假设;当它大于 α 时,就不拒绝原假设。但若 SPSS 输出的是单尾显著性概率 Sig. (1-tailed),则将其乘以 2 再与给定的显著性水平 α 进行比较,决策。

而对于单侧检验问题,若 SPSS 输出的也是单尾显著性概率 Sig. (1-tailed),则将其与给定的显著性水平 α 直接比较,决策的原则仍然是:当它小于或等于 α 时,有理由拒绝原假设;当它大于 α 时,不拒绝原假设。但若 SPSS 输出的是双尾显著性概率 Sig. (2-tailed),则将其除以 2 再与给定的显著性水平 α 进行比较,决策。

§ 1.3 非参数统计方法

一、参数统计与非参数统计

在数理统计学中,统计检验的种类很多,而每一种统计检验都与一种模型和一种测量要求相联系,只有在一定的条件下,某种统计检验才是有效的,而模型和测量要求则具体规定了那些条件。对那些其总体分布族或称统计模型只依赖于有限个实参数的问题,通称为“参数统计问题”,也就是说,总体分布服从正态分布或总体分布已知条件下的统计检验称为参数检验,研究这一问题的统计分支均属于参数统计。参数统计的大部分方法要求所分析的数据至少是定距尺度测量的结果。

当总体分布不能由有限个实参数所刻划时的统计检验,称为非参数检验,也就是说,统计检验的正确、有效并不依赖于总体的一个特定的统计模型即并不取决于总体分布时,称为非参数检验。非参数检验通常认为是总体分布不要求遵从正态分布或总体分布未知(distribution free)条件下的统计检验,研究这一问题的分支称为非参数统计。非参数统计方法可以适用低于定距尺度测量的数据。

以上是对参数统计和非参数统计在传统意义上的认识。事实上,以正态分布为基础的模型包括线性回归模型以及扩展到指数分布族的广义线性模型等,其参数估计与检验的问题也属于参数统计问题。但当变量间的关系无法确定为线性或广义线性时,就无法建立线性回归模型或广义线性模型,因此探寻变量间的关系只能考虑用现代非参数统计方法,如非参数回归模型。

二、非参数统计的优点

非参数统计是相对于参数统计而出现的,其优点也应在与参数统计的对比中考察。

1. 适用面广。非参数统计方法不仅可以用于定距、定比尺度的数据,进行定量资料的分析研究,还可以用于定类、定序尺度的数据,对定性资料进行统计分析研究。

2. 假定条件较少。经典的参数统计要求被分析的数据的总体遵从正态分布,或至少要遵从某一特定分布且为已知。而非参数统计并不要求总体分布遵从什么具体形式,有时甚

至不需要分布假定,因此更适合一般的情况,因而应用的领域更广泛。

3. 具有稳健性。稳健性(Robustness)反映这样一种性质:当真实模型与假定的理论模型有不小的偏离时,统计方法仍能维持较为良好的性质,至少不会变得很坏。参数统计方法是建立在严格假设条件基础上,一旦假定条件不符合,其推断的正确性就会受到影响。非参数统计方法由于对模型的限制很少,因而天然地具有稳健性。这是非参数统计方法常被使用的一个原因。

三、非参数统计的不足

当定距或定比尺度测量的数据能够满足参数统计的所有假设时,非参数统计方法虽然也可以使用,但效果远不如参数统计方法。这时,如果要采用非参数统计方法,唯一可以补救的办法就是增大样本容量,用大样本弥补由于采用非参数统计方法而带来的损失。

由于参数统计方法对数据有较强的假定条件,因而当数据满足这些条件时,参数统计方法能够从其中广泛地、充分地提取有关信息。非参数统计方法对数据的限制较为宽松,因而只能从其中提取一般的信息。当数据资料允许使用参数统计方法时,采用非参数统计方法会浪费信息。

四、非参数检验与参数检验的方法对照

非参数统计的最经典的内容为非参数检验,以下用表 1-1 给出非参数检验与参数检验的方法对照表。

表 1-1 非参数检验与参数检验的方法对照表

数据类型 与检验样本类型	非参数检验方法		参数检验方法
	定类数据	定序数据	定距或定比数据
单个样本	拟合优度 χ^2 卡方检验	符号检验(Sign)	Z 检验或 t 检验
两个独立样本	独立样本的 χ^2 卡方检验	Wilcoxon 秩和检验 (Mann-Whitney U 检验)	t 检验 或 Z 检验
		两个独立样本的 K-S 检验 Wald-Wolfwitz 游程检验 Moses 极端反应检验	—
两个相关样本	McNemar 检验 M-H 检验	符号检验(Sign) Wilcoxon 符号秩检验	t 检验 或 Z 检验
多个独立样本	χ^2 卡方检验	Kruskal-Wallis H 检验	单因素方差分析 ANOVA
		中位数检验 Jonckheere-Terpstra 检验	
多个相关样本	Cochran 检验	Friedman 检验	多因素方差分析
		Kendall 协和系数检验	
相关分析	基于卡方 χ^2 的列联相关	Spearman 秩相关 Kendall 秩相关	Pearson 相关系数
分布检验	—	Kolmogorov-Smirnov 检验	—
随机性检验	随机性 Runs 检验		—

由表 1-1 可以看出,针对不同的数据类型将有不同的检验方法进行推断分析。

§ 1.4 统计软件

本书要求读者已经初步掌握各种统计软件基本操作。

目前,有许多统计软件可以进行非参数统计方法的计算,考虑到操作的简便性,以及与本书方法体系的一致性,本书首选 IBM SPSS 22.0,并且配合 SAS 和 R 软件计算。

一、SPSS

本书主要以非参数检验内容为主,如图 1-1 所示,SPSS 可以通过旧版本(IBM SPSS Statistics 22.0 以下的版本)都有的 legacy Dialogs 过程来完成计算,即依次点选 Analyze→Nonparametric Tests→legacy Dialogs 的下拉菜单,完成非参数检验方法的计算。其中包括单样本的非参数检验—— χ^2 检验(Chi-Square)、二项检验(Binomial)、游程检验(Runs)、单样本的柯尔莫哥洛夫-斯米尔诺夫(1-Sample K-S)检验;两个独立样本(2 Independent Samples)的非参数检验、多个独立样本(K Independent Samples)的非参数检验;两个相关样本(2 Related Samples)的非参数检验、多个相关样本(K Related Samples)的非参数检验。

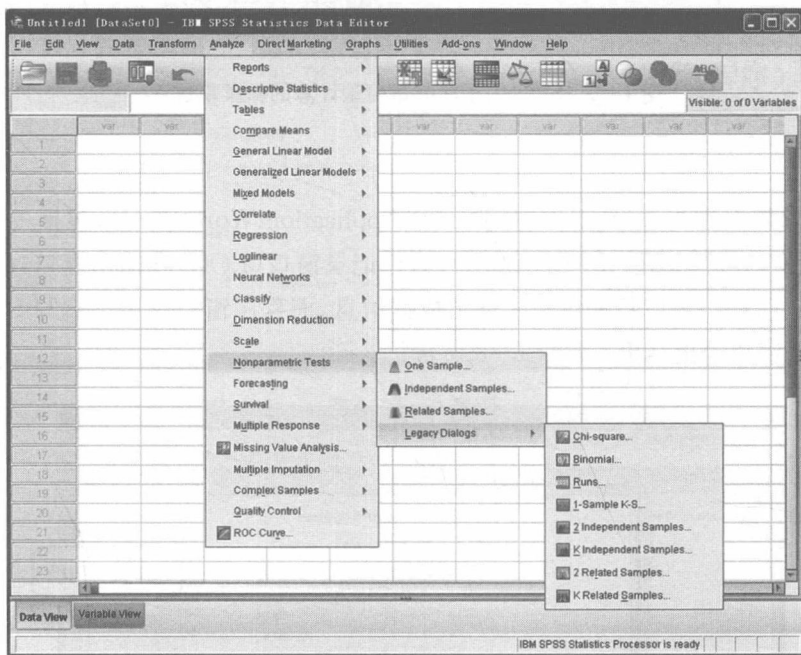


图 1-1 SPSS 关于非参数检验的计算下拉菜单

另外,新版本这里指 IBM SPSS Statistics 20.0 及其以上的版本,也可以通过 Analyze→Nonparametric Tests→直接下拉的 One Sample、Independent Sample、Related Sample 来完成计算,如图 1-2 所示。本书将主要采用这个新的版本撰写。

本书列联分析与对数线性模型以及秩相关等内容的计算也需要从菜单上选择 Analyze 下拉菜单中其他过程完成,将分布在各章详细叙述。

本书是通过非参数统计原理的讲解,分步骤计算,这里称为“手算”,然后用 SPSS 软件操作实现计算。之后并用 SAS、R 程序配合方法的计算,可对结果与前者进行比较,目的是通过“手算”理解原理;通过软件方便应用,且对方法本身会有更深入的认识。

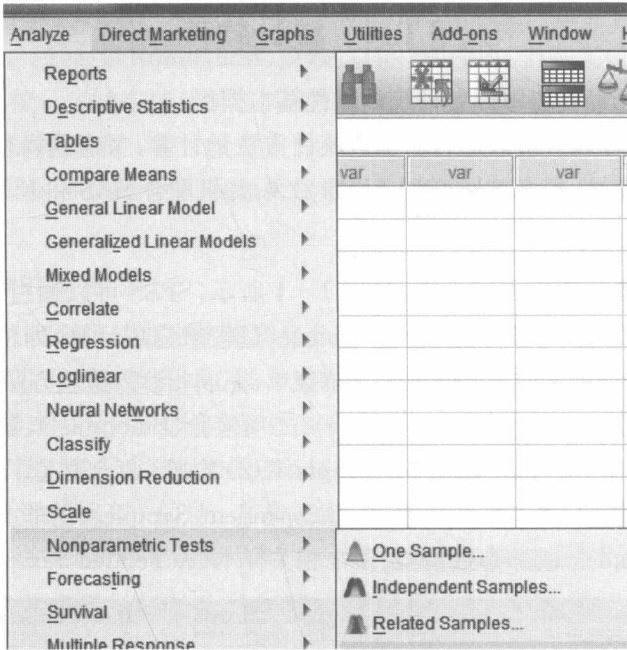


图 1-2 SPSS 关于非参数检验计算的新菜单过程

二、SAS

SAS 运行界面称为 SAS 工作空间(SAS Application WorkSpace),包括三个最重要的子窗口:程序窗口(PROGRAM EDITOR)、运行记录窗口(LOG)和输出窗口(OUTPUT)。其中 SAS log (日志)窗口只提供输入输出数据信息,而程序窗口则用于编写 SAS 程序,运行之后到输出窗口给出结果。如图 1-3 所示。

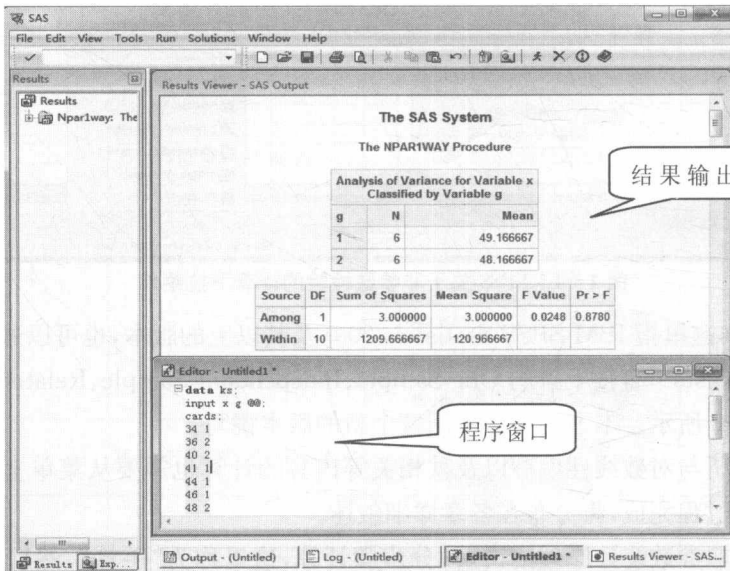



图 1-3 SAS 窗口

SAS 程序一般由数据步(data step)和过程步(proc step)组成,分别以 data 语句和 proc 语句开始,由若干个语句组成,以 run 语句结束。最后点击图标,执行即可运行输出结果。如图 1-3 所示。

三、R 软件

对于 R 软件,本书选择了最简单的操作方式:即在 R 界面中,在提示符“>”下键入命令,编写程序之后回车即可运行输出结果。如图 1-4 所示。

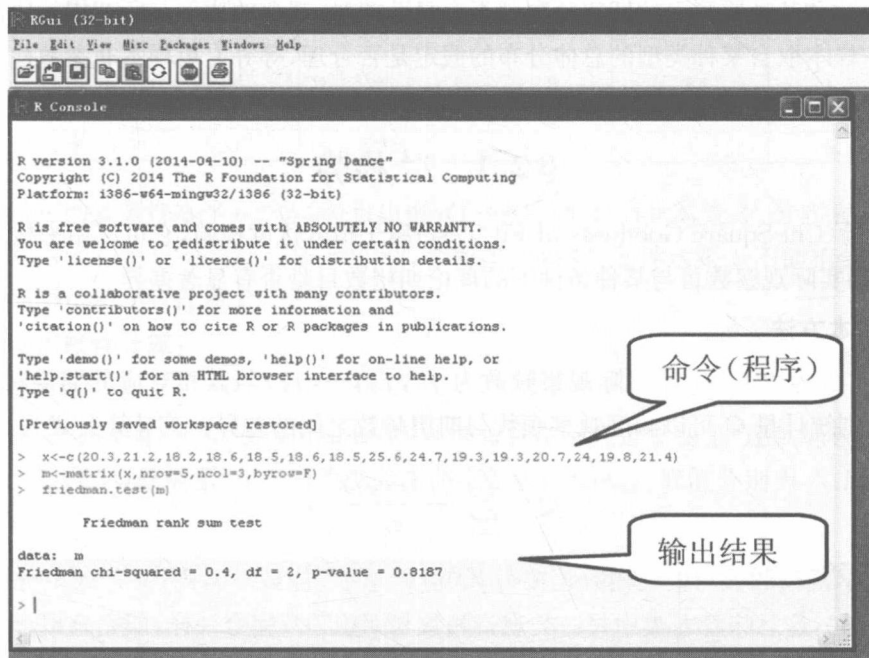


图 1-4 R 界面

第 2 章 单样本非参数检验

单样本非参数统计方法是用来检验只需抽取一个样本的假设。通常能解决下面的问题:观察频数和某种原则下的期望频数是否有显著差异;观察的比例与所期望的比例是否有显著差异;样本取自某种类型的总体分布的假定是否合理,等等。单样本非参数检验通常属于拟合优度检验。

§ 2.1 χ^2 检验

χ^2 检验(Chi-Square Goodness-of-Fit Test)属于拟合优度检验,它可以用来检验样本内每一类别的实际观察数目与某种条件下的理论期望数目是否有显著差异。

一、基本方法

若样本分为 k 类,每类实际观察频数为 f_1, f_2, \dots, f_k , 与其相对应的期望频数为 e_1, e_2, \dots, e_k , 则统计量 Q 可以测度观察频数与期望频数之间的差异。其计算公式为:

$$Q = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - e_i)^2}{e_i} \quad (2.1)$$

很显然,观察频数与期望频数越接近, Q 值就越小,若 $Q=0$, 则(2.1)式中分子的每一项都必须是 0, 这意味着 k 类中每一类观察频数与期望频数完全一样,即完全拟合。 Q 统计量可以用来测度实际观察频数与理论期望频数之间的紧密程度即拟合程度。

若零假设为观察频数充分地接近期望频数,即对于 $i=1, 2, \dots, k, f_i$ 与 e_i 无显著差异, 则由于样本容量 n 充分大时, Q 统计量近似地服从自由度 $df=k-1$ 的 χ^2 分布,因而,可以根据给定的显著性水平 α , 在附表 I 中查到相应的临界值 $\chi_{\alpha}^2(k-1)$ 。若 $Q \geq \chi_{\alpha}^2(k-1)$, 则拒绝 H_0 , 否则不能拒绝 H_0 。

二、应用

χ^2 检验运用的领域很多,在单样本问题中可以用来解决检验某种已知比例的假设:例如对同一种疾病,不同药物治愈的比率,不同类型贷款的偿还比率,等等,为了检验某种预期的比例是否成立,可以采用 χ^2 检验。

【例 2.1】 某金融机构的贷款偿还类型有 A、B、C、D 四种,各种的预期偿还率为 80%、12%、7% 和 1%。在一段时间的观察记录中,A 型按时偿还的有 380 笔,B 型有 69 笔,C 型有 43 笔,D 型有 8 笔。问在 5% 显著性水平上,这些结果与预期的是否一致。

分析:这个问题属于要检验每一类型的出现概率与预期概率是否相等,即

$$\begin{aligned} H_0: P_i &= P_{i0} \\ H_1: P_i &\neq P_{i0} \end{aligned} \quad \text{对于一切 } i=1, 2, \dots, k$$

其中, $P_1 + P_2 + \dots + P_k = 1$ 。

它仍可采用 χ^2 检验,通过实际观察频数与理论期望频数是否有显著差异作出判断。

H_0 : A : B : C : D 类型偿还贷款的标准比率为 80 : 12 : 7 : 1

H_1 : 偿还贷款是一些其他比率

在观察的已偿还的 500 笔贷款中, A 的预期偿还数为 $500 \times 0.8 = 400$, 其他的以此类推。表 2-1 给出了计算 Q 统计量的过程及结果。

表 2-1 Q 统计量计算表

类型	f_i	e_i	$f_i - e_i$	$(f_i - e_i)^2$	$(f_i - e_i)^2 / e_i$
A	380	400	-20	400	1.00
B	69	60	9	81	1.35
C	43	35	8	64	1.83
D	8	5	3	9	1.80
合计	500	500	-	-	5.98

根据给定的显著性水平 $\alpha = 0.05$, 自由度 $df = k - 1 = 4 - 1 = 3$, 查 χ^2 分布表, 得到 $\chi^2_{0.05}(3) = 7.82$, 由于 $Q = 5.98 < \chi^2_{0.05}(3) = 7.82$, 表明在 5% 的显著性水平上不能拒绝 H_0 , 即观察比例与期望比例一致性显著。

以下使用软件计算:

(I) SPSS 操作

1. 首先建立数据文件。在 Variable View 变量视图下先定义变量“还款笔数”为数值型 (Numeric), 变量“贷款类型”作为分类变量采用字符型 (String), 取值分别为 A、B、C、D。如图 2-1 所示。

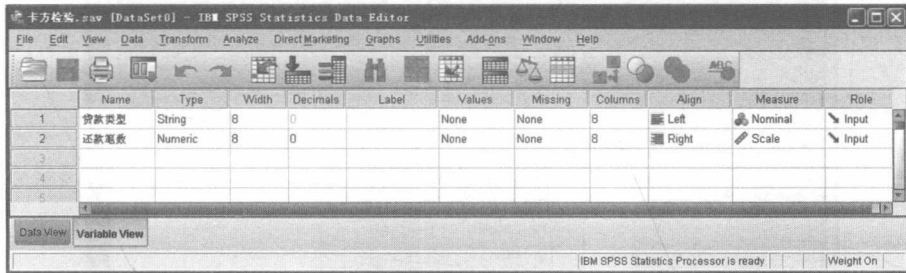


图 2-1

然后点击 Data View 数据视图按钮, 录入数据, 数据格式如图 2-2 所示。

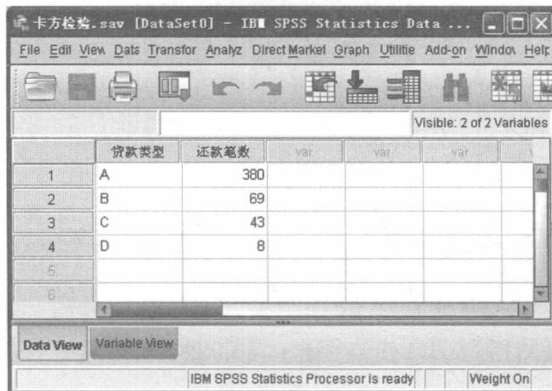


图 2-2

2. 加权。在主菜单中依次点击 Data→Weight Cases, 打开其对话框。点选 Weight cases by 项, 将“还款笔数”变量移入 Frequency Variable 下作为权重, 之后点击 OK 按钮完成加权。如图 2-3 所示。

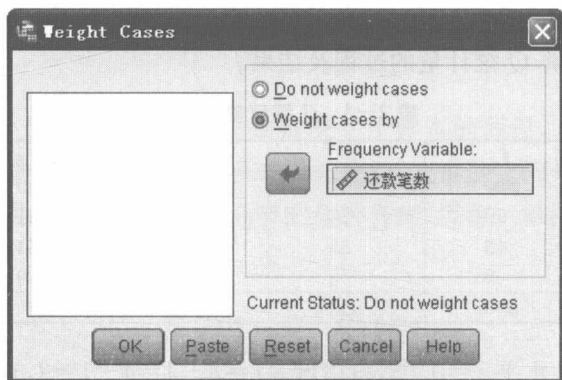


图 2-3

3. 进行卡方检验。

(II) SPSS 新版本操作

1. 如图 2-4 所示: 在主菜单上依次点击 Analyze→Nonparametric Tests→One Sample, 通过新的 Nonparametric tests 过程, 打开单样本非参数检验对话框, 如图 2-5 所示。

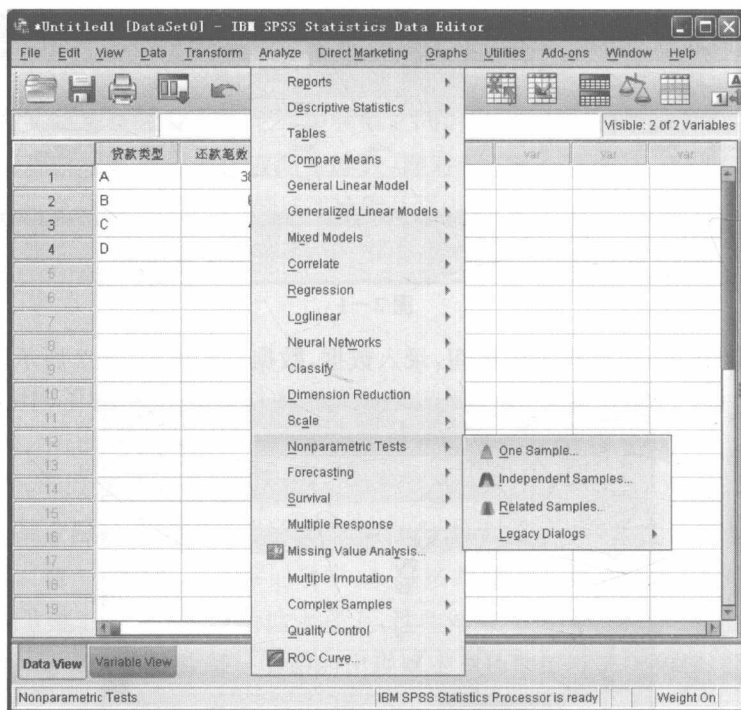


图 2-4

2. 先在左上角 Objective 目标框内点选自定义分析项 Customize analysis, 如图 2-5 所示。

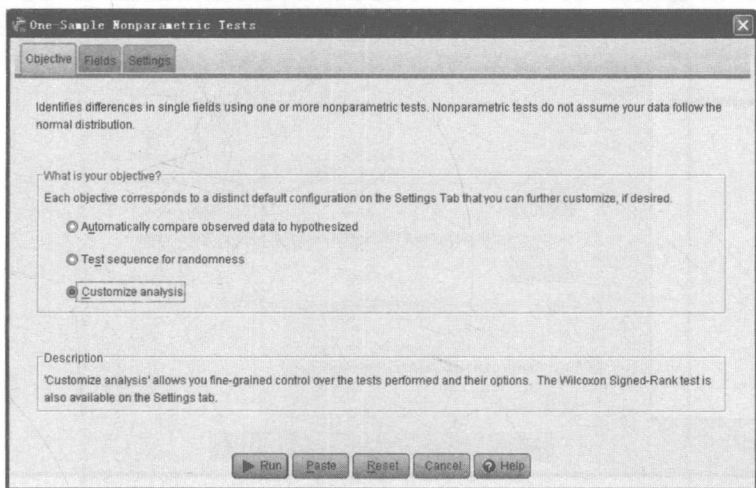


图 2-5

3. 然后再点左上角 Fields 按钮, 打开其对话框, 如图 2-6 所示, 点选自定义项目 Use custom field assignments, 再将变量“贷款类型”移入检验域框 Test Fields 之内。

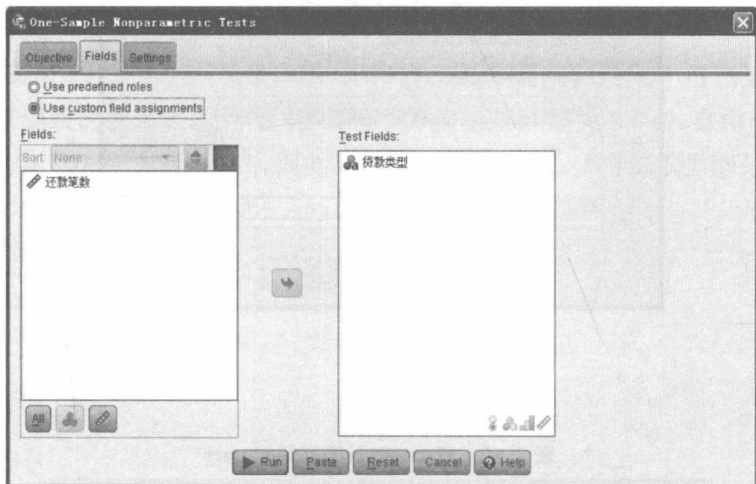


图 2-6

4. 再点左上角的 Settings 按钮, 打开设置对话框, 如图 2-7 所示。先点选自定义检验 Customize fields, 勾选卡方检验 Compare observed probabilities to hypothesized (Chi-Square test) 项, 再点击其下方的 Options 按钮, 打开对话框, 如图 2-8 所示。

5. 在 Chi Square Test Options 对话框内, 点选 Customize expected probability 自定义期望的概率, 在 Category 内分别键入分类变量的值 A、B、C、D; 在 Relative Frequency 内分别键入相应的比例值 0.8、0.12、0.07 和 0.01。之后点击 OK 按钮回到上一级对话框, 最后点击 Run 执行。