

常见的统计检验是线性模型

英文版最后更新于 2019 年 6 月 28 日，中文版最后更新于 2019 年 8 月 31 日。也可查阅 [Python 版!](#)

从配套的笔记查看可运行例子和更多细节：
 英文版：<https://lindelov.github.io/tests-as-linear>，
 中文版：<https://cosx.org>

	常见名称	R 内置函数	R 中的等价线性模型	精确近似	线性模型的文字解释	图标
单变量回归: $lm(y \sim 1 + x)$	y 独立于 x P: 单样本 t 检验 N: Wilcoxon 符号秩检验	t.test(y) wilcox.test(y)	$lm(y \sim 1)$ $lm(\text{signed_rank}(y) \sim 1)$	✓ $N > 14$	从一个数字 (截距, 比如说平均值) 来预测 y。 - (相同, 但是它预测 y 的符号秩。)	
	P: 配对样本 t 检验 N: Wilcoxon 配对组检验	t.test(y1, y2, paired=TRUE) wilcox.test(y1, y2, paired=TRUE)	$lm(y2 - y1 \sim 1)$ $lm(\text{signed_rank}(y2 - y1) \sim 1)$	✓ $N > 14$	从一个截距来预测配对 y2-y1。 - (相同, 但是它预测 y2-y1 的符号秩。)	
	y ~ 连续变量 x P: Pearson 相关系数 N: Spearman 相关系数	cor.test(x, y, method='Pearson') cor.test(x, y, method='Spearman')	$lm(y \sim 1 + x)$ $lm(\text{rank}(y) \sim 1 + \text{rank}(x))$	✓ $N > 10$	从一个截距加上 x 乘以一个数值 (斜率) 来预测 y。 - (相同, 但是使用了 x 和 y 的秩)	
	y ~ 离散变量 x P: 双样本 t 检验 P: Welch t 检验 N: Mann-Whitney U 检验	t.test(y1, y2, var.equal=TRUE) t.test(y1, y2, var.equal=FALSE) wilcox.test(y1, y2)	$lm(y \sim 1 + G2)^A$ $gls(y \sim 1 + G2, \text{weights}=\dots^B)^A$ $lm(\text{signed_rank}(y) \sim 1 + G2)^A$	✓ ✓ $N > 11$	从第 1 组的截距 (如果是第 2 组的话加多一个相差值) 来预测 y。 - (相同, 但是每一组用不同的方差, 而不是用着共同的方差。) - (相同, 不过这个预测了 y 的符号秩。)	
多变量回归: $lm(y \sim 1 + x1 + x2 + \dots)$	P: 单因素方差分析 (one-way ANOVA) N: Kruskal-Wallis 检验	aov(y ~ group) kruskal.test(y ~ group)	$lm(y \sim 1 + G2 + G3 + \dots + Gn)^A$ $lm(\text{rank}(y) \sim 1 + G2 + G3 + \dots + Gn)^A$	✓ $N > 11$	从第 1 组的截距 (如果不是第 1 组的话加多一个相差值) 来预测 y。 - (相同, 不过这个预测了 y 的秩。)	
	P: 单因素协变量分析 (one-way ANCOVA)	aov(y ~ group + x)	$lm(y \sim 1 + G2 + G3 + \dots + Gn + x)^A$	✓	- (相同, 不过加上了 x 的斜率。) 注意: 这里是离散和连续的混合情况。单因素协变量分析是单因素方差分析加上一个连续的 x。	
	P: 双因素方差分析 (two-way ANOVA)	aov(y ~ group * sex)	$lm(y \sim 1 + G2 + G3 + \dots + Gn + S2 + S3 + \dots + Sk + G2 * S2 + G3 * S3 + \dots + Gn * Sk)$	✓	交互项: sex 的变化会导致 y ~ group 参数的变化。 注意: G2 ... Gn 是 group 变量的每一个非截距的可能取值的示性 (0 或 1) 变量。 同理地, S2 ... Sk 是 sex 变量的示性变量。 第一条线 (G1) 是 group 变量的主要效应, 第二条线 (S1) 是 sex 变量的主要效应, 第三条线是 group * sex 的交互效应。 对于两种可能取值范围 (如男性女性) 情况, 第 2 条线则是 S2, 而第 3 条线是 S2 乘以每个 Gi。	(待绘制)
	计数 ~ 离散 x N: 卡方检验	chisq.test(groupXsex_table)	对等的对数线性模型 $glm(y \sim 1 + G2 + G3 + \dots + Gn + S2 + S3 + \dots + Sk + G2 * S2 + G3 * S3 + \dots + Gn * Sk, \text{family}=\dots)^A$	✓	交互项: (和双因素方差分析一致) 注意: 使用以下参数运行 glm 函数: glm(model, family=poisson())。 对于线性模型, 卡方检验是 $\log(y_i) = \log(N) + \log(\alpha_i) + \log(\beta_i) + \log(\alpha_i \beta_i)$, 其中 α_i 和 β_i 是比率。建议查阅配套笔记获得更多信息。	和双因素方差分析一致
	N: 拟合优度检验	chisq.test(y)	$glm(y \sim 1 + G2 + G3 + \dots + Gn, \text{family}=\dots)^A$	✓	(和单因素方差分析一致, 建议查阅卡方检验笔记。)	和单因素方差分析一致

常见的参数 (P, parametric) 和非参 (N, non-parametric) 检验, 以及对等的线性模型。记号 $y \sim 1 + x$ 是 R 对于大部分我们在学校学习的 $y = 1 \cdot b + a \cdot x$ 的快捷表达方式。相似颜色的模型本身也非常相似, 真的, 你们可以看看它们的一些颜色其实是相同的! 就非参模型而言, 对于样本量不小的情况, 线性模型是足够好的近似了 (见“精确近似”一列, 点击链接查看对应模拟)。其余没那么精确的近似也是存在的, 比如说 Wilcoxon 检验和符号秩检验, 以及拟合优度检验和二项检验。符号秩函数的定义是 $\text{signed_rank} = \text{function}(x) \text{sign}(x) * \text{rank}(\text{abs}(x))$ 。变量 Gi 和 Si 是示性变量 (取值只能是 0 或 1), 揭示出当类别之间 $\Delta x = 1$ 的时候, 差值等于斜率。下标 (如 G2 或 y1) 表示数据中的不同列。lm 对于所有非连续变量模型都需要长格式数据。可以在 <https://lindelov.github.io/tests-as-linear> (英文版) 或 <https://cosx.org> (中文版) 里找到以上内容的进一步解释和可运行例子。

^A查看双因素方差分析笔记获取记号的解释。

^B相同模型, 但是每个组有自己的方差: $gls(\text{value} \sim 1 + G2, \text{weights} = \text{varIdent}(\text{form} = \sim 1 | \text{group}), \text{method} = "ML")$ 。



原作者: Jonas Kristoffer Lindeløv
<https://lindelov.net>