

假设检验在科技项目评估结果分析中的应用

秦 哲

(湖北省科技信息研究院,湖北 武汉 430071)

摘 要:将统计学方法与科技项目评估实际工作相结合,利用假设检验的原理,对评估结果进行分析,为评估方案的比较选择、调整修改等工作提供科学参考。

关键词:假设检验;科技项目评估

中图分类号:G311

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2005)07-0040-02

1 假设检验的基本原理和步骤

假设检验是推断统计中的一项重要内容,通常它先对研究总体的参数作出某种假设,然后从总体中抽取样本进行观察,用样本所提供的信息对假设的正确性进行判断,从而决定假设是否成立。若观察结果与理论不符,则须放弃假设;否则,认为无充分证据表明假设错误。

假设检验的一般步骤是:①建立零假设 H_0 和备择假设 H_1 ;②选定检验方法,计算检验统计量;③规定显著性水平 σ ,根据显著性水平,查有关统计量的分布表,得到临界值;④比较检验统计量和临界值,分析作出推断结论。

2 几种常见的假设检验

2.1 平均数的显著性检验

平均数的显著性检验是指对样本平均数与总体平均数的差异进行显著性检验,又称为单样本检验。令总体平均数为 μ_0 ,样本平均数所代表的未知总体平均数为 μ ,样本数为 n ,假设检验的目的为推断样本平均数所代表的未知总体平均数 μ 与已知总体平均数 μ_0 是否存在差异。

(1)总体正态分布、总体标准差 σ 已知

时,选择 u 检验,检验统计量 $u = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$ 。

(2)总体正态分布、总体标准差 σ 未知

时,选择 t 检验,检验统计量 $t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s / \sqrt{n-1}}$,其中 s 为样本标准差。

实际中当样本数 n 较大时(通常 $n \geq 30$),即使总体标准差 σ 未知,也可应用 u 检验。

检验统计量 $u = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s / \sqrt{n-1}}$ 。

(3)总体非正态分布时,不能应用 u 检验和 t 检验,而应该采用非参数检验,但当 $n \geq 30$ 时,尽管总体分布不呈正态,也可以近似地应用 u 检验。

检验统计量 $u = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$,如果总体标准差 σ 未知,也可直接用样本标准差 s 代替上式中的 σ ,即 $u' = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s / \sqrt{n}}$ 。

2.2 平均数差异的显著性检验

平均数差异的显著性检验是指分别从两个研究总体中随机抽取样本,检验两组样本平均数之间的差异,其目的是推断这两组样本所代表的未知总体平均数 μ_1 与 μ_2 是否存在差异。以下只考虑两组样本独立的情况。

(1)当两个总体正态分布,总体标准差 σ_1 和 σ_2 都已知时,选择 u 检验,检验统计量

为 $u = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$ 。

(2)当两个总体正态分布,总体标准差 σ_1 和 σ_2 都未知时,选择 t 检验,此时还需根据两个总体的标准差是否相等,分两种情况讨论。

第一种情况:当总体标准差 $\sigma_1 = \sigma_2$ 时,选择 t 检验,检验统计量为:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

此时服从自由度为 $df = n_1 + n_2 - 2$ 的 t 分布。

第二种情况:当总体标准差 $\sigma_1 \neq \sigma_2$ 时,

检验统计量为 $t' = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$,在此情况下

t' 的分布只是近似的 t 分布,不能将 t 分布表中的 $df = n_1 + n_2 - 2$ 的临界值作为 t' 的临界值。但对于给定的显著性水平 α , t' 的临界值可近似地由两个 $t_{\frac{\alpha}{2}(n_1-1)}$ 和 $t_{\frac{\alpha}{2}(n_2-1)}$ 的加权平均数计算出来。即临界值为:

$$t'_{\frac{\alpha}{2}} = \frac{\frac{s_1^2}{n_1} t_{\frac{\alpha}{2}(n_1-1)} + \frac{s_2^2}{n_2} t_{\frac{\alpha}{2}(n_2-1)}}{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

2.3 方差的显著性检验

平均数是描述数据集中情况的统计量,方差是描述数据分散性质的统计量。在分析一组数据时,有时不但要看它的集中性,而且还要看它的分散性。此时,不仅要分析平

均数,还要分析方差。

(1) 样本方差与总体方差差异的显著性检验。总体正态分布时,其样本方差与总体方差的比值服从 χ^2 分布,检验统计量为 $\chi^2 = \frac{nS^2}{\sigma^2}$ 。

在对样本方差 S^2 与总体方差 σ^2 的差异情况进行分析时,只要根据上面的公式计算 χ^2 值,然后根据自由度 $df=n-1$ 分别从 χ^2 分布表中查到 $\chi^2_{\frac{1-\alpha}{2}}$ 和 $\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}$ 的值。如果 $\chi^2 > \chi^2_{\frac{\alpha}{2}}$ 或 $\chi^2 < \chi^2_{\frac{1-\alpha}{2}}$,说明样本方差 S^2 与总体方差 σ^2 的差异显著;反之则不显著。

(2) 两样本方差的显著性检验。两个总体正态分布时,选择 F 检验,检验统计量为 $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$,服从第一自由度为 $df_1=n_1-1$ 、第二自由度为 $df_2=n_2-1$ 的 F 分布。对于给定的显著性水平 α ,如果 $F > F_{\frac{\alpha}{2}}$ 或 $F < F_{\frac{1-\alpha}{2}}$,说明两方差的差异显著,反之则不显著。需要指出的是,上述检验仅适用于两个独立样本方差之间的差异检验。

3 假设检验在案例分析中的应用

案例:总体为某批科技项目,共计205项,经评估从中筛选出1/5的项目即样本,进行立项。

现对科技评估指标体系中的主要经济指标-利润,进行分析。

	总体	样本
项目数 n	205	41
自由度 df	-	40
最大值	87 万元	87 万元
最小值	8 万元	33 万元
全距	79	54
四分区间距	21	16
平均值 μ	52 万元	56 万元
标准差 σ	17.5	12.7
方差 σ^2	306.25	161.29

从上面案例的数据中可以看出,经过评估筛选出项目的平均利润比该批项目的平均利润高出4万元。这4万元的差异究竟是来自偶然误差,还是由于进行评估后,有效筛选造成的系统误差?利用平均数的显著性检验可以解释这一问题。

第一步:建立原假设和备选假设。该假设设为单侧检验,检验设为:

$$H_0: \mu \geq 52 \quad H_1: \mu < 52$$

第二步:由于该批项目总体分布是否为正态分布未知,总体标准差 σ 已知,且样本数 $n > 30$,因此近似地应用 u 检验,检验统计量为:

$$u = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} = \frac{56 - 52}{17.5 / \sqrt{41}} = 1.46$$

第三步:取显著性水平 α 为通常值0.05,查正态分布表,求得临界值 $u_\alpha = 1.65$ 。

第四步:比较检验统计量 u 和临界值 u_α ,显然 $u < u_\alpha$,拒绝原假设。

据此可以认为,经过评估筛选出项目的平均利润与该批项目的平均利润相比没有显著性差异;也就是说,4万元的差异来自偶然误差,而不是系统误差。因此,对于评估指标-利润而言,该评估方案并未能起到有效筛选的作用。

同样可以利用平均数的显著性检验,对其它重要指标的评估结果进行分析。假使分析的结论是,评估方案对这些指标都未能起到有效筛选的作用,那就说明该评估方案存在问题,需修改方案或更换新方案;反之亦然。

以上是对利润的平均数分析,同样可以对利润的方差进行分析,来判断评估后立项项目利润指标的分散性质。

第一步:假设 H_0 : s 与 σ 的差异不显著。

第二步:计算检验统计量 χ^2 :

$$\chi^2 = \frac{nS^2}{\sigma^2} = \frac{40 \times 161.29}{306.25} = 21.07$$

第三步:取显著性水平 $\alpha = 0.05, df = 40$,查表得:

$$\chi^2_{\frac{\alpha}{2}} = 59.30 \quad \chi^2_{\frac{1-\alpha}{2}} = 24.40$$

第四步:显然 $\chi^2 < \chi^2_{\frac{1-\alpha}{2}}$,拒绝原假设。

方差检验结果说明经过评估筛选出项目的利润方差与该批项目的利润方差相比具有显著性差异。也就是说,经过评估筛选出项目的利润分散性与该批项目利润的分散性相比,离散程度显著偏小。同时考虑最大值、最小值、全距和四分区间距等参数的差异,可以认为经过评估筛选出项目的利润值分布相对集中,其较大可能的原因是由于经过评估删除了利润较低的一类项目。因此,对于评估指标-利润而言,该评估方案能起到有效删除较低值的筛选作用。

同样可以利用方差的显著性检验,对其

它重要指标的评估结果进行分析。假使分析的结论是,评估方案对这些指标都能起到有效删除较低值的筛选作用,那就说明该评估方案在排差方面,具有一定的有效筛选作用;反之亦然。

上面只是两种统计假设检验在科技项目评估结果分析中的实例,在实际工作中,可以根据工作需要构造不同的假设检验统计量,对评估结果进行多角度分析,从而为评估人员在评估方案比较选择、调整修改等工作中提供科学的参考。

4 假设检验应用需注意的几点问题

4.1 建立正确的假设是假设检验的前提

建立假设检验时需注意区分假设为单侧检验还是双侧检验。单侧检验和双侧检验不仅在问题提法上不同,而且在建立的形式及否定的区域上都存在区别,实际应用中需根据分析的目的来确定。

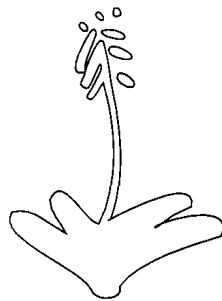
4.2 假设检验方法应符合其应用条件

不同的假设检验方法有不同的应用条件,在选择检验方法时需结合总体及样本的实际情况进行考虑。例如,总体是否为正态分布,其标准差是否已知,样本是否相关等。

参考文献:

[1] 盛骤,谢式千,潘承毅.概率论与数理统计[M].北京:高等教育出版社,2003.
[2] 卫海英.对假设检验方法应用的思考[J].北京统计,2001,(6):34-35.

(责任编辑:汪智勇)



评价与预测
中国科学院评价研究中心主办