

论负克伦巴赫 alpha 系数和分半信度系数*

席仲恩,汪顺玉

(重庆邮电大学 外国语学院,重庆 400065)

摘要:克伦巴赫 alpha 及分半信度为负值时,表明克伦巴赫 alpha 系数和斯皮尔曼-布朗信度校正原型公式对于估计信度系数而言已经失效。讨论了出现这种现象的原因和出现这种现象时克伦巴赫 alpha 系数和斯皮尔曼-布朗信度校正公式的相应替换公式。

关键词:信度;克伦巴赫 alpha 系数;斯皮尔曼-布朗校正公式

中图分类号: O213.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-825X(2007)06-0785-03

On negative Cronbach alpha coefficient and split-half reliability coefficient

XI Zhong-en, WANG Shun-yu

(College of Foreign Languages, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, P. R. China)

Abstract: This paper discusses the phenomena of negative reliability, pointing out that when Cronbach alpha coefficient or split-half reliability coefficient is negative, the prototype formulae for Cronbach alpha and the Spearman-Brown prophecy formula will become invalid. The paper analyzes the cause of the phenomena and their respective substitutes in this case.

Key words: reliability; Cronbach alpha coefficient; Spearman-Brown prophecy formula

0 引言

克伦巴赫 alpha 系数的计算公式是由克伦巴赫于 1951 年提出的^[1]。后来,克伦巴赫及其同事又从方差分量分解的角度定义了很多种适应于各种不同测量情景的信度,这种研究测量结果信度的方法和技术我们称之为概化理论。尽管概化理论解放并拓展了克伦巴赫 alpha 和库-理公式 20 信度理论,而且克伦巴赫本人也认为信度系数在教育心理计量学中的地位应该被边缘化^[2],但是,在实践界,克伦巴赫 alpha 信度及其特例库-理公式 20 信度仍然十分流行。Hogan 等 2000 年的调查表明,在所调查的报告测量结果信度的论文中,共有 801 起信度报告,其中克伦巴赫 alpha 系数占 66.5%,内部一致性信度占 4.4%,库-理公式 20 信度占 2.5%,其他信度占 0.4%,未指明种类的信度占 1.7%^[3]。由于库-理公式 20 信度是克伦巴赫 alpha 的特例,而且一般文献中内部一致性信度主要指的是克伦巴赫 alpha 系数或者库-理公式 20 信度,因此,我们可以把这 2 种情况都算作克伦巴赫 alpha 系数。在此基础上推

断,克伦巴赫 alpha 信度系数的实际使用比例不会小于 70%。分半信度估计法也是实践中常用的方法之一。正因为如此,实践中的一种少有的怪现象颇使测量理论工作者和实践工作者纳闷:用克伦巴赫 alpha 公式以及分半法求得的信度系数有时候为负值^[4]。从理论上讲,由于库-理公式 20 及其一般式克伦巴赫 alpha 都是关于真分数方差与观察分数方差之比所定义的信度系数的估计,又由于方差的非负性,因此,alpha 信度系数的取值范围应该在 0 ~ +1.0 之间;我们通常假定而且也期望组成一套测验的 2 个半测验之间呈正相关,所以其相关系数也应该在 0 ~ +1.0 之间。那么,实践中的这种怪现象是什么原因导致的呢?如果出现这种现象,实践工作者又该怎么办呢?本文中我们就针对这一实践现象,讨论该问题的解决方法。

1 克伦巴赫 alpha 系数出现负值的情况

1.1 测验或子测验总分为项目平均分

克伦巴赫 alpha 的原型计算公式为

* 收稿日期:2007-06-03

$$= \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{\sigma_o^2 - \sum_i \sigma_i^2}{\sigma_o^2} \right) \quad (1)$$

(1) 式中, k 为项目数 ($k \geq 2$); σ_o^2 为一组受考的总测验得分或子测验得分的方差; σ_i^2 为这组受考在项目 i 上的得分的方差。易见, 当 $\sigma_o^2 < \sum_i \sigma_i^2$ 时, $\alpha < 0$ 。在测验实践中, 如果总测验或者子测验用的是项目平均分, 用公式(1) 计算所得的 alpha 信度系数就会是负值。

项目平均分是概化理论中所用的分数, 其定义为

$$\text{项目平均分} = \frac{\sum \text{项目得分}}{\text{项目个数}} \quad (2)$$

对于项目平均分, 受考团体总分(无论整个测验还是子测验)的方差总是大于甚至是远远大于项目分的方差。因此, 如果总分用项目平均分时, 用公式(1) 计算出的克伦巴赫 alpha 系数值就会是负值。可见, 如果总分用项目平均分, 那么, 就不能用克伦巴赫 alpha 的原型公式计算信度系数, 当然也不能用库-理公式 20 计算信度系数。

1.2 项目间或者部分间的协方差之和为负值

当项目间或者部分测验间的协方差之和为负值时, 克伦巴赫 alpha 系数为负值。为了说明问题, 我们将对公式(1) 做恒等变形得

$$= \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{\sigma_o^2 - \sum_i \sigma_i^2}{\sigma_o^2} \right) = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{\sum_{i,j} \sigma_{ij}}{\sigma_o^2} \right) \quad (3)$$

(3) 式中, σ_{ij} 为项目或者部分测验之间的协方差。易见, 当 $\sum_{i,j} \sigma_{ij}$ 为负值时, 公式(3) 的计算结果为负值。当项目间或者部分测验间的协方差之和为负值时, 克伦巴赫 alpha 的特殊形式库-理公式 20 以及其他等价形式一方差形式

$$= \frac{MS(p) - MS(pi)}{MS(p)} \quad (4)$$

和方差分量形式

$$= \frac{\lambda^2(p)}{\lambda^2(p) + \lambda^2(pi)/k} \quad (5)$$

都统统失效。(4) 式中 $MS(p)$ 为真分数均方; $MS(pi)$ 为误差均方。(5) 式中, $\lambda^2(p)$ 为真分数方差分量估计值; $\lambda^2(pi)$ 为相对决策误差方差分量; k 为项目的个数。(4) 式也叫 Hoyt 公式, 由 Hoyt 1941 年提出, (5) 式实际上就是概化理论中的单侧面设计决策研究的概化系数计算公式。

Krus 和 Helmstadter 指出, 项目间或者部分测验间的协方差之和为负值时, 克伦巴赫 alpha 公式及其特殊形式和其他等价形式之所以失效的原因

是, 当协方差之和为负值时, 就无法估计出真分数均方或真分数方差分量^[4]。

1.3 斯皮尔曼-布朗预测公式失效

分半法是一种常用的信度系数估计方法。为了估计整卷测量结果的信度, 需要把 2 个半份试卷测量结果之间的相关系数代入斯皮尔曼-布朗预测公式进行扩大, 如(6) 式。

$$r_{xx} = \frac{2r_{hh}}{1+r_{hh}} \quad (6)$$

但是, 当测验的 2 个半部分的协方差为负值时, 它们之间的相关系数自然也为负值, 一般情况下, 就不能用斯皮尔曼-布朗预测公式来预测测验加长后的信度系数是多少, 除非我们允许真分数是虚数^[4]。当然, 通常情况下, 我们还是希望所测量目标的真值是实数, 而不是复数。

2 解决办法

在分析试卷时, 如果出现了上述情况, 首先应该仔细检查我们的数据, 看总分是否用的是项目平均分。如果是, 把项目平均分转换为项目分数和, 然后再用公式(1)。如果总分没有上述问题, 就要检查试卷是否由测量不同维度的题目组成。一般情况下, 如果发现一份试卷中有测量不同维度的题目, 应该删除这些题目, 如果确有必要把测量不同目标的题目放在一套试卷中, 那么, 对于克伦巴赫 alpha, 计算信度时应该用(7) 式来计算

$$= \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{\sigma_{\text{diff}}^2 - \sum_i \sigma_i^2}{\sigma_{\text{diff}}^2} \right) \quad (7)$$

(7) 式中, σ_{diff}^2 为 2 个半卷成绩之差的方差; 对于斯皮尔曼-布朗预测公式, 在出现负相关系数时, 计算信度时应该用(8) 式来计算^[4]。

$$r_{xx} = \frac{-2r_{hh}}{1-r_{hh}} \quad (8)$$

如果估计信度系数的目的并不是为了信度系数本身, 而是为了通过信度系数这个桥梁最终估计测量结果或推断结果的不确定度或标准不确定度(传统上称“测量的标准误”), 本文作者发展了一种更为一般且更为直接的进路, 这种进路称作不确定进路, 它是自然科学和工程技术测量中的标准进路。根据此进路得出的结果, 就是美国现行《教育和心理测验标准》中所推崇的“条件测量标准误”^[5]。即使我们的目标是估计信度系数, 不确定度进路也有很多传统一致性进路所没有的优点, 关于这些优点, 我们将另文专述。

3 结束语

尽管信度系数为负值在实践中比较少见,但决不是没有或者不可能出现的现象。例如,Bruce Thompson (2003) 中就有负信度系数的例子,为 -7.0 ^[6];谢小庆先生也报道,在他的一项研究中得出 alpha 系数为 -0.614 ^[7];前不久,李清华博士让作者帮忙分析他由广州外语外贸大学带回的一组测验数据,结果信度系数竟超过 -34 !可见,信度的负值问题不得不引起测验实践界的注意。在测验中,如果是同质性测验,可以在项目分析阶段就删除所有的项目间相关系数为负值的项目,这样不仅能够节约资源,而且还能提高测量结果的确度。对于非同质性或异质性测验,传统的一致性进路很可能走不通,最好沿不确定度进路。关于不确定进路所估计的信度系数的有效性条件,已经超出了本文的研究范围,我们将专门讨论。事实上,如果我们了解信度系数的性质,在测验的开发阶段就可以做很多工作,没有必要等到出现了负值信度再找问题及补救方法。

参考文献:

- [1] CRONBACH L J. Coefficient alpha and the internal structure of tests [J]. Psychometrika, 1951, 16 (3): 297-334.
- [2] CRONBACH L J. My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures [J]. Educational and Psychological Measurement, 2004, 64 (3): 391-418.

- [3] HOGAN T P, BENJAMIN A, BREZINSKI K L. Reliability methods: A note on the frequency of use of various types [J]. Educational and Psychological Measurement, 2000, 60: 523-531.
- [4] KRUS D J, HELMSTADTER G C. The problem of negative reliabilities [J]. Educational and Psychological Measurement, 1993, 53: 643-648.
- [5] 席仲恩. 语言测试分数的导出、报道和解释 [M]. 成都: 四川大学出版社, 2006, 174-201.
- [6] THOMPSON B. Understanding reliability and coefficient alpha, really [C]// In Bruce Thompson (Ed.), Score reliability: Contemporary thinking on reliability issues. Ca.: Sage Publications, Inc., 2003, 1-23.
- [7] 谢小庆. 信度估计的的系数 [J]. 心理学报, 1998, 30: 193-196.

作者简介:



席仲恩(1958-),男,博士,副教授,研究方向为教育与心理计量学。



汪顺玉(1965-),男,博士,副教授,研究方向为语言测试。

《重庆邮电大学学报(自然科学版)》连续 5 年进入 《中国科技期刊引证报告(核心版)》

2007 年 11 月 15 日,科技部中国科技信息研究所在京公布“2006 年度中国科技论文统计结果”,同时发布了“第六届中国百种杰出学术期刊”。《中国科技期刊引证报告(核心版)》是中国科技信息研究所以期刊学术影响力的指标(总引文频次、影响因子、他引总引比等)为依据,结合专家评审,每年评选一次的专门用于期刊引用分析研究的重要检索评价工具。根据《2007 年版中国科技期刊引证报告(核心版)》的统计:由重庆邮电大学主办的《重庆邮电大学学报(自然科学版)》的影响因子为 0.403,在所属学科(电子、通信与自动控制)的 62 种期刊中排名第 15 位,在全国 1723 种核心期刊中排名第 710 位;总被引频次为 228,在所属学科(电子、通信与自动控制)的 62 种期刊中排名第 35 位。

学报何先刚副主编荣获“中国知网杯”高校科技期刊突出贡献奖

由中国高等学校自然科学学报研究会联合中国学术期刊社举办的“‘中国知网杯’高校科技期刊突出贡献奖”评选活动日前揭晓,重庆邮电大学学报编辑部主任、副主编何先刚获得此项荣誉。该项奖励旨在鼓励和表彰为高校科技期刊做出突出贡献的人士,全国 90 人获奖,其中重庆市 2 人。

学报编辑部供稿