

# 通过 Mplus 计算几种常用的测验信度\*

王孟成<sup>1</sup>, 叶宝娟<sup>2</sup>

(1. 广州大学心理与脑科学研究中心, 广州 510006; 2. 江西师范大学心理学院, 南昌 330022)

**摘要:** Cronbach's alpha 系数作为信度估计指标存在诸多弊端。为了克服其不足, 研究者提出了多种信度估计, 而流行的统计软件尚未直接提供这些参数, 以致在实践中并未被广泛采用。为了缩小理论和实践的差距, 文章通过具体实例给出几种常用的信度估计(合成信度, 单个指标信度和  $\omega_n$ ) 的 Mplus 程序。

**关键词:** 信度; Cronbach's alpha; 合成信度; 信度  $\omega_n$ ; Mplus

**中图分类号:** B841.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1003-5184(2014)01-0048-05

## 1 引言

传统上, 计算量表或测验信度最常用的指标是 Cronbach's alpha 系数(Cronbach, 1951)。该系数在评价信度时的诸多弊端受到广泛关注(温忠麟, 叶宝娟, 2011; Green & Yang, 2009; Sijtsma, 2009)。例如, 在误差不相关的同属(congeneric)测验中, 除了当  $\tau$  等价的测验外,  $\alpha$  系数低估信度(Green & Yang, 2009; Raykov, 1997); 误差存在正相关时,  $\alpha$  系数会高估信度(Zimmerman et al., 1993)。

为了克服 alpha 系数的不足, 其它的信度估计方法被提出(Green & Yang, 2009; Revelle & Zinbarg, 2009; Zinbarg, Revelle, Yovel, & Li, 2005; Zumbo, Gadermann, & Zeisser, 2007)。然而, 令人遗憾的是目前流行的统计分析软件(如 LISREL, SPSS)并不直接提供这些参数, 所以这些更精确、更适宜的信度估计参数在实践中并未被普遍采用。为了弥补理论和实践的差距, 文章通过实例给出几种常用信度估计的 Mplus 程序\*\*。

## 2 几种常用的信度估计

### 2.1 传统的 Alpha 系数

尽管 Alpha 系数在评价信度时存在诸多弊端, 但仍然是目前使用最广泛的指标(Sijtsma, 2009), 计算公式如下:

$$a = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sum \sigma_i^2 + 2(\sum \sigma_{ij}^2)} \right]$$

$K$  为条目个数,  $\sum \sigma_i^2$  为条目方差之和,  $\sum \sigma_{ij}^2$  为条目间协方差之和。

### 2.2 合成信度(composite reliability)

如果是分类数据, 采用 Cronbach's alpha 计算量表信度将会出现低估的现象(Zumbo, Gadermann, & Zeisser, 2007)。同样, 如果量表包含多个分量表或子维度(组合量表),  $\alpha$  系数计算信度并不合适(Sijtsma, 2009), 在 CFA 框架下可以采用更合适的合成信度计算内部一致性信度(Bentler, 2009; Raykov, 2004), 见如下公式:

$$\rho = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{[(\sum \lambda_i)^2 + \sum \theta_{ii}]}$$

$(\sum \lambda_i)^2$  指非标准化负荷求和后平方,  $\sum \theta_{ii}$  非标准化测量误差方差之和。

如果测量模型中存在误差相关, 需要将误差相关纳入, 否则会影响信度估计, 修正后的公式如下:

$$\rho = \frac{(\sum \lambda_i)^2}{[(\sum \lambda_i)^2 + \sum \theta_{ii} + 2 \sum \theta_{ij}]}$$

$2 \sum \theta_{ij}$  为误差方差之和乘以 2。

### 2.3 单个指标信度

在 CFA 框架下还可以计算每个条目的信度。根据信度的经典定义: 真实变异占总变异的比例, 公式如下:

$$SMC_i = \frac{\lambda_i^2 \varphi_{ii}}{(\lambda_i^2 \varphi_{ii} + \Theta_{ii})}$$

式中  $\lambda_i^2$  为条目  $i$  的标准化因素负荷的平方,  $\varphi_{ii}$  为条目  $i$  的标准化方差,  $\Theta_{ii}$  为条目  $i$  的误差方差。由于标准化的方差为 1, 所以上式可以简化为:

\* 基金项目: 国家社会科学基金教育学国家青年项目(CBA130124)。

通讯作者: 王孟成, E-mail: wmcheng2006@126.com。

\*\* 使用 Mplus 不仅可以估计信度值, 还可以获得信度的区间估计值(Raykov, Dimitrov, & Asparouhov, 2010)。

$$SMC_i = \frac{\lambda_i^2}{(\lambda_i^2 + \Theta_{ii})}$$

## 2.4 双因子(Bifactor model)模型中信度估计

而在双因子模型中(Reise, Moore & Haviland, 2010),每个条目均在两个潜变量上有负荷,所以计算因子信度时有所不同。如果按照公因子方差占总方差的比例来定义信度,那么双因子模型中一般因子(G)的信度可通过如下公式获得(Zinbarg et al., 2005; Zinbarg, Revelle, & Yovel, 2007)。

$$\omega_h = \frac{(\sum \lambda_c)^2}{VAR(X)}$$

式中  $\sum \lambda_c^2$  为一般因子条目非标准化负荷平方和,  $VAR(X)$  为量表原始条目加总分的方差。

## 2.5 单维性评价

然而  $\omega_h$  本身并非单维性的指标(Reise, Moore, & Haviland, 2010),通常采用计算一般因子在公因子方差(一般因子方差与组因子方差之和)中所占比例来考察测验单维性(Bentler, 2009; TenBerge & SoLan, 2004)。如果一般因子在公因子方差中的比例较大,如超过 50%,则为单维度的依据。此指标亦称作公共方差解释比例(explained common variance, ECV),公式如下:

$$ECV = \frac{\sum \lambda_G^2}{\sum \lambda_G^2 + \sum \lambda_{F1}^2 + \sum \lambda_{F2}^2 + \dots + \sum \lambda_{FK}^2}$$

$\sum \lambda_G^2$  为一般因子条目非标准化负荷平方和,  
 $\sum \lambda_{FK}^2$  为第 K 组因子条目非标准化因子负荷平方和。

## 2.6 二分变量的信度

在实际研究中,常常遇到二分型数据。由于二分型数据与潜变量的关系呈非线性,所以计算信度的公式亦有不同。在 CFA 框架内, Raykov 等(2010)提出了计算二分数据信度的方法,相关公式推导见 Raykov 等的文章。该方法对应 IRT 模型中的二参数模型(two-parameter logistic model, 2PL)即只涉及难度和区分度参数,对应 CFA 中的项目截距和因子负荷。由于项目与因子间非线性关系,所以需要数据对数据进行 logistic 转换,关于 2PL 更多的知识请参考 Embretson 和 Reise(2000)。

## 3 实例演示

下面以创伤后应激障碍检查表中文版(The PTSD Checklist - Chinese version, PCL - CV; 王孟成, 隋双戈, 李捷华, 戴晓阳, 2010)在 560 名初中地震受灾者中的调查数据为例,演示上述信度估计的 Mplus 计算过程和结果解释。

### 3.1 数据描述

量表各条目的偏态系数在 0.29(D5)到 1.40

(C7)之间,峰态系数的绝对值在 0.01 到 1.04 之间,自评阳性症状(>3)发生率在 21.79%(C7)~51.43%(D5)之间。

### 3.2 Mplus 实现和结果解释

根据 DSM - IV, PTSD 包含再体验、回避、过度唤起或高警觉 3 类症状群,分别包含 5 条(B1 - B5)、7 条(C1 - C7)和 5 条症状(D1 - D5)。

#### 3.2.1 Alpha 系数

以 DSM 的 PTSD 三因子模型为例,附表 1 中给出了计算三个因子  $\alpha$  系数的 Mplus 语句和注释。通过执行表中语句,得到三个因子的  $\alpha$  系数分别为 0.735、0.789 和 0.722。

#### 3.2.2 合成和单指标信度

合成信度和单指标信度估计的 Mplus 语句见附表 2。三个分量表的组合信度分别为 0.742、0.795 和 0.722。该例中,17 个条目的信度在 0.208 至 0.514 之间。

注意,由于估计指标信度采用的是非标准化系数,所以在模型设置时需要采用固定方差法,如果采用固定负荷法,就不能估计被固定指标的条目信度(王孟成, 2014)。

#### 3.2.3 $\omega_h$ 和 ECV 估计

以 DSM 的 PTSD 三因子的 Bifactor 模型为例计算  $\omega_h$  和 ECV 的 Mplus 语句呈现在附表 3 中。本例中的  $\omega_h$  为 0.853(124.313/145.756),即将 17 个条目加起来作为一个组合分,超过 85% 的方差是由一般因子产生的,其它三个组因子分别产生 2.3%、0.2% 和 1.5% 的方差(残差方差为 10.7%)。

一般因子在公因子方差中的比例(ECV)为 78.6%,另外三个因子所占的方差分别为 8.2%、7.77% 和 5.5%(合计 100%)。

#### 3.2.4 二分变量信度估计

限于篇幅,二分变量信度估计的 Mplus 语句请参见王孟成(2014),例子采用 Mplus 使用手册第六版的例 5.3。通过执行该程序,得到 3 个指标和总测验信度分别为 0.593、0.686、0.594 和 0.833。

## 4 讨论和结论

Alpha 系数是信度的下限(Sijtsma, 2009),虽然与测验单维性关系不大,但通常也称作内部一致性系数(特别是在应用领域)。 $\omega_h$  被认为是同质性信度的最佳估计,而合成信度被认为是内部一致性信度的最佳估计(温忠麟,叶宝娟,2011)。如果研究者需要评价单个指标信度则可以使用项目 SMC 指标,如果需要评价因子单维性,ECV 是最佳选择。本文通过实际数据演示了信度估计的 Mplus 过程,希望在今后的实践中,越来越多的应用研究者选择

报告更合适的信度估计值。

### 参考文献

- 王孟成, 隋双戈, 李捷华, 戴晓阳. (2010). 创伤后应激障碍检查表—平民版在地震灾区初中生中的信效度. *中华行为医学与脑科学杂志*, 19, 566 - 568.
- 王孟成. (2014). *潜变量建模与 Mplus 应用*. 重庆: 重庆大学出版社.
- 温忠麟, 叶宝娟. (2011). 测验信度估计: 从  $\alpha$  系数到内部一致性信度. *心理学报*, 43, 821 - 829.
- Bentler, P. M. (2009). Alpha, dimension-free, and model-based internal consistency reliability. *Psychometrika*, 74, 137 - 143.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297 - 334.
- Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Green, S. B., & Yang, Y. (2009). Commentary on coefficient alpha: A cautionary tale. *Psychometrika*, 74, 121 - 135.
- Raykov, T. (1997). Estimation of composite reliability for congeneric measures. *Applied Psychological Measurement*, 21, 173 - 184.
- Raykov, T. (2004). Point and interval estimation of reliability for multiple-component measuring instrument via linear constraint covariance structure modeling. *Structural Equation Modeling*, 11, 342 - 356.
- Raykov, T., Dimitrov, D. M., & Asparouhov, T. (2010). Evaluation of scale reliability with binary measures using latent variable modeling. *Structural Equation Modeling*, 17, 265 - 279.
- Reise, S. P., Moore, T. M., & Haviland, M. G. (2010). Bifactor models and rotations: Exploring the extent to which multidimensional data yield univocal scale scores. *Journal of Personality Assessment*, 92, 544 - 559.
- Revelle, W., & Zinbarg, R. E. (2009). Coefficients alpha, beta, omega, and the glb: Comments on Sijtsma. *Psychometrika*, 74, 145 - 154.
- Sijtsma, K. (2009). On the use, the misuse, and the very limited usefulness of Cronbach's Alpha. *Psychometrika*, 74, 107 - 120.
- TenBerge, J. M. F., & Socan, G. (2004). The greatest lower bound to the reliability of a test and the hypothesis of unidimensionality. *Psychometrika*, 69, 613 - 625.
- Zimmerman, D. W., Zumbo, B. D., & Lalonde, C. (1993). Coefficient alpha as an estimate of test reliability under violation of two assumptions. *Educational and Psychological Measurement*, 53, 33 - 49.
- Zumbo, B. D., Gadermann, A. M., & Zeisser, C. (2007). Ordinal Versions of Coefficients Alpha and Theta for Likert Rating Scales. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 6, 21 - 29.

附表 1 Alpha 系数估计程序\*

```

TITLE: this is an example of compute alpha reliability;
DATA: FILE IS ptsd. dat;
VARIABLE: NAMES ARE y1 - y17;
MODEL: y1 - y17( ve1 - ve17); ! 计算方差; 括号内的符号为参数标签,
! 在 MODEL CONSTRAINT 中进一步使用;
y1 with y2 - y5( cov1 - cov4); ! 计算协方差;
y2 with y3 - y5( cov5 - cov7); y3 with y4 - y5( cov8 - cov9);
y4 with y5( cov10); y6 with y7 - y12( cov11 - cov16);
y7 with y8 - y12( cov17 - cov21); y8 with y9 - y12( cov22 - cov25);
y9 with y10 - y12( cov26 - cov28); y10 with y11 - y12( cov29 - cov30);
y11 with y12( cov31); y13 with y14 - y17( cov32 - cov35);
y14 with y15 - y17( cov36 - cov38); y15 with y16 - y17( cov39 - cov40);
y16 with y17( cov41);
MODEL CONSTRAINT:
NEW( F1ve F2ve F3ve F1cov F2cov F3cov alpha1 alpha2 alpha3);
F1ve = ( ve1 + ve2 + ve3 + ve4 + ve5); ! 计算方差之和;
F1cov = ( cov1 + cov2 + cov3 + cov4 + cov5 + cov6 + cov7 + cov8 + cov9 + cov10);
! 计算协方差之和;
F2ve = ( ve6 + ve7 + ve8 + ve9 + ve10 + ve11 + ve12);
F2cov = ( cov11 + cov12 + cov13 + cov14 + cov15 + cov16 + cov17 + cov18 + cov19 + cov20
+ cov21 + cov22 + cov23 + cov24 + cov25 + cov26 + cov27 + cov28 + cov29 + cov30 + cov31);
F3ve = ( ve13 + ve14 + ve15 + ve16 + ve17);
F3cov = ( cov32 + cov33 + cov34 + cov35 + cov36 + cov37 + cov38 + cov39 + cov40 + cov41);
Alpha1 = 5 / ( 5 - 1) * ( 1 - ( F1ve / ( F1ve + 2 * F1cov) ) ); ! 计算 Alpha 系数;
Alpha2 = 7 / ( 7 - 1) * ( 1 - ( F2ve / ( F2ve + 2 * F2cov) ) );
Alpha3 = 5 / ( 5 - 1) * ( 1 - ( F3ve / ( F3ve + 2 * F3cov) ) );
OUTPUT: CINTERVAL; STANDARDIZED;

```

\* 关于更多的 Mplus 命令, 请参见 Mplus 使用手册, 可通过如下网址免费下载: <http://www.statmodel.com/>

附表2 用于计算条目信度和量表信度(点和区间估计)的 Mplus 语句

```

TITLE: This is an example of compute reliability of single and composite item;
DATA: FILE IS ptsd. dat;
VARIABLE: NAMES ARE y1 - y17;
ANALYSIS: ESTIMATOR = MLM;
MODEL: F1 BY y1 - y5* ( lam1 - lam5);
      F2 BY y6 - y12* ( lam6 - lam12);
      F3 BY y13 - y17* ( lam13 - lam17);
      F1 - F3@ 1;
      y1 - y17( ve1 - ve17);
MODEL CONSTRAINT:
NEW( rel1 rel2 rel3 rel4 rel5 rel6 rel7 rel8 rel9
    rel10 rel11 rel12 rel13 rel14 rel15 rel16 rel17 cr1 cr2 cr3);
! rel1 - rel17 为 17 个指标的信度 cr1 cr2 cr3 为两个分量表的组合信度。
rel1 = lam1 * * 2 / ( lam1 * * 2 + ve1); ! 由于方差固定为 1 所以这里可以省去方差项 vf1。
rel2 = lam2 * * 2 / ( lam2 * * 2 + ve2); ! 计算指标信度;
rel3 = lam3 * * 2 / ( lam3 * * 2 + ve3); rel4 = lam4 * * 2 / ( lam4 * * 2 + ve4);
rel5 = lam5 * * 2 / ( lam5 * * 2 + ve5); rel6 = lam6 * * 2 / ( lam6 * * 2 + ve6);
rel7 = lam7 * * 2 / ( lam7 * * 2 + ve7); rel8 = lam8 * * 2 / ( lam8 * * 2 + ve8);
rel9 = lam9 * * 2 / ( lam9 * * 2 + ve9); rel10 = lam10 * * 2 / ( lam10 * * 2 + ve10);
rel11 = lam11 * * 2 / ( lam11 * * 2 + ve11); rel12 = lam12 * * 2 / ( lam12 * * 2 + ve12);
rel13 = lam13 * * 2 / ( lam13 * * 2 + ve13); rel14 = lam14 * * 2 / ( lam14 * * 2 + ve14);
rel15 = lam15 * * 2 / ( lam15 * * 2 + ve15); rel16 = lam16 * * 2 / ( lam16 * * 2 + ve16);
rel17 = lam17 * * 2 / ( lam17 * * 2 + ve17);
cr1 = ( lam1 + lam2 + lam3 + lam4 + lam5) * * 2 / ( ( lam1 + lam2 + lam3 + lam4 + lam5) * * 2
      + ( ve1 + ve2 + ve3 + ve4 + ve5) ); ! 计算组合信度;
cr2 = ( lam6 + lam7 + lam8 + lam9 + lam10 + lam11 + lam12) * * 2 / ( ( lam6 + lam7 + lam8 + lam9 + lam10
      + lam11 + lam12) * * 2 + ( ve6 + ve7 + ve8 + ve9 + ve10 + ve11 + ve12) );
cr3 = ( lam13 + lam14 + lam15 + lam16 + lam17) * * 2 / ( ( lam13 + lam14 +
      lam15 + lam16 + lam17) * * 2 + ( ve13 + ve14 + ve15 + ve16 + ve17) );
OUTPUT: CINTERVAL; ! 估计区间;

```

注: 根据研究需要, 可以通过对表中语句进行修改以适应不同的情况。

附表3 双因子模型信度  $\omega_i$  和 EVC 的 Mplus 语句

```

TITLE: This is an example of a Bifactor Model
DATA: FILE IS ptsd. dat;
VARIABLE: NAMES ARE y1 - y17;
      USEVARIABLES ARE y1 - y17 var;
      Define: VAR = SUM( y1 - y17); ! 通过 Define 命令定义 17 个项目加总分,
      ! 用于随后估计加总分的方差;
ANALYSIS: ESTIMATOR = MLM;
MODEL: F1 BY y1 - y5* ( lam1 - lam5);
      F2 BY y6 - y12* ( lam6 - lam12);
      F3 BY y13 - y17* ( lam13 - lam17);
      G BY y1 - y17* ( lam18 - lam34);
      F1 WITH F2 - F3@ 0; ! 组因子之间正交即相关为 0。
      F2 WITH F3@ 0;
      G WITH F1 - F3@ 0; ! 组因子与一般因子间正交即相关为 0。
      F1 - F3@ 1; G@ 1;
      VAR( VARX); ! 估计加总分的方差;
MODEL CONSTRAINT:
NEW( V1 U1 Uf1 Uf2 Uf3 U2 U3 U4 U5 Wg Wf1 Wf2 Wf3 EVCg EVC1 EVC2 EVC3); ! 定义新变量;
V1 = VARX * 1;
U1 = ( lam18 + lam19 + lam20 + lam21 + lam22 + lam23 + lam24 + lam25 +
      lam26 + lam27 + lam28 + lam29 + lam30 + lam31 + lam32 + lam33 + lam34) * * 2; ! 负荷和的平方;
Uf1 = ( lam1 + lam2 + lam3 + lam4 + lam5) * * 2;
Uf2 = ( lam6 + lam7 + lam8 + lam9 + lam10 + lam11 + lam12) * * 2;
Uf3 = ( lam13 + lam14 + lam15 + lam16 + lam17) * * 2;
U2 = ( lam18 * * 2 + lam19 * * 2 + lam20 * * 2 + lam21 * * 2 + lam22 * * 2 + lam23 * * 2 + lam24 * * 2
      + lam25 * * 2 + lam26 * * 2 + lam27 * * 2 + lam28 * * 2 + lam29 * * 2 + lam30 * * 2 + lam31 * * 2
      + lam32 * * 2 + lam33 * * 2 + lam34 * * 2); ! 计算 G 因子负荷平方之和;
U3 = ( lam1 * * 2 + lam2 * * 2 + lam3 * * 2 + lam4 * * 2 + lam5 * * 2); ! 计算三个组因子负荷平方之和;
U4 = ( lam6 * * 2 + lam7 * * 2 + lam8 * * 2 + lam9 * * 2 + lam10 * * 2 + lam11 * * 2 + lam12 * * 2);
U5 = ( lam13 * * 2 + lam14 * * 2 + lam15 * * 2 + lam16 * * 2 + lam17 * * 2);
Wg = u1 / v1; ! 计算 G 因子的  $\omega_h$ 。

```

## 续附表 3

$Wf1 = Uf1/v1$ ; ! 计算三个组因子的  $\omega_h$ 。  
 $Wf2 = Uf2/v1$ ;  $Wf3 = Uf3/v1$ ;  
 $EVC_g = U2/(U2 + U3 + U4 + U5)$ ; ! 计算因子 G 的 EVC;  
 $EVC1 = U3/(U2 + U3 + U4 + U5)$ ; ! 计算因子 F1 的 EVC;  
 $EVC2 = U4/(U2 + U3 + U4 + U5)$ ; ! 计算因子 F2 的 EVC;  
 $EVC3 = U5/(U2 + U3 + U4 + U5)$ ; ! 计算因子 F3 的 EVC;  
 OUTPUT: STANDARDIZED; CINTERVAL;

## Estimating Test Reliabilities Using Mplus

Wang Mengcheng<sup>1</sup>, Ye Baojuan<sup>2</sup>

(1. Center for Psychology and Brain Science, Guangzhou University, Guangzhou 510006;  
2. School of Psychology, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022)

**Abstract:** Cronbach's alpha as a reliability estimate resides in many shortages. To overcome those drawbacks, researchers have introduced a plentiful of alternative estimators of reliability. At present, however, those alternative reliabilities are not available in popular statistical packages (e. g. SPSS) leading to less adopted by applied researchers. In order to narrow the gap between theory and practice, in this paper several popular estimators of reliability (composite reliability; single item reliability and reliability  $\omega_h$ ) were demonstrated though analyzing an example using Mplus.

**Key words:** reliability; Cronbach's alpha; composite reliability; reliability  $\omega_h$ ; Mplus

(上接第 47 页)

Yang, Y. & Green, S. B. (2010). A note on structural equation modeling estimates of reliability. *Structural Equation Modeling*, 17, 66 - 81.

Zinbarg, R. E., Yovel, I., Revelle, W., & McDonald, R. P. (2006). Estimating generalizability to a latent variable common to all of a scale's indicators: A comparison of estimators for  $\omega_h$ . *Applied Psychological Measurement*, 30, 121 - 144.

## A Comparison of Two Methods Estimating the Confidence Interval of Composite Reliability of Multidimensional Test

Yang Qiang<sup>1</sup>, Ye Baojuan<sup>2</sup>, Wen Zhonglin<sup>3</sup>

(1. School of Education, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022;  
2. Lab of Psychology and Cognition Science of Jiangxi, School of Psychology, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022;  
3. Center for Studies of Psychological Application, South China Normal University, Guangzhou 510631)

**Abstract:** There are two methods to estimate the confidence interval of composite reliability of a multidimensional test: Bootstrap method and Delta method. A simulation study was conducted to compare these two methods. The simulation results indicated that the difference between the standard errors obtained by Delta method and Bootstrap method was ignorable. Because the result from Bootstrap method can be treated as the true value, whereas Delta method is much simpler than Bootstrap method, we recommended that Delta method could be adopted to estimate the confidence interval of composite reliability of a multidimensional test. An example of a multidimensional test was used to illustrate how to calculate composite reliability and its confidence interval by using Delta method.

**Key words:** multidimensional test; composite reliability; confidence interval; Bootstrap method; Delta method