



中华人民共和国认证认可行业标准

RB/T 145—2018

混凝土结构实体强度能力验证实施指南

Guidance on the proficiency testing of strength for concrete structure

2018-06-04 发布

2018-12-01 实施

中国国家认证认可监督管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家认证认可监督管理委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国合格评定国家认可中心、中国建筑科学研究院、交通运输部公路科学研究所。

本标准主要起草人：赵炳南、马捷、葛曼丽、耿雷、孟扬、关淑君、刘静、刘璐。

引 言

随着我国经济社会的高速发展,建筑工程数量不断增加,混凝土结构实体强度检验检测逐年递增。混凝土结构实体强度直接影响建设工程的质量和安全,从事混凝土结构实体强度检验检测机构的技术能力越来越受到行业主管部门的重视和社会的关注。能力验证作为一种合格评定活动,已逐渐成为行业主管部门、认可机构、检验检测结果使用方对检验检测机构技术能力评价的重要手段。

GB/T 27043—2012 规定了能力验证提供者所需能力、建立和运作能力验证计划的通用要求,适用于所有检验检测领域能力验证的组织和管理。本标准在 GB/T 27043—2012 的基础上,结合混凝土结构实体强度检验检测领域的特点和要求,对开展能力验证活动各环节给出了指导,有助于规范该领域能力验证计划的组织和实施。

本标准不涉及对能力验证提供者管理要求的内容,相关内容参见 GB/T 27043—2012。

混凝土结构实体强度能力验证实施指南

1 范围

本标准给出了混凝土结构实体强度能力验证计划的组织和策划、能力验证物品的确定、检测和检验方法的选择、统计方法的选择、指定值及其不确定度的确定、能力统计量的计算、能力评定、能力验证报告、与参加者沟通以及保密等方面的指南。

本标准适用于检验检测领域混凝土结构实体强度能力验证计划的组织和实施。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

GB/T 27043—2012 合格评定 能力验证的通用要求

GB/T 28043—2011 利用实验间比对进行能力验证的统计方法

JGJ/T 23—2011 回弹法检测混凝土抗压强度技术规程

3 术语和定义

GB/T 27043—2012 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB/T 27043—2012 中的某些术语和定义。

3.1

混凝土结构 concrete structure

以混凝土为主要材料制成的结构,包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等。

[GB/T 50083—2014,定义 2.1.24]

3.2

结构构件 structural member

结构在物理上可以区分出的部分,如柱、梁、板、基础桩等。

[GB/T 50083—2014,定义 2.1.28]

3.3

测区 test area

检测构件混凝土强度时的一个检测单元。

[JGJ/T 23—2011,定义 2.1.1]

3.4

测区混凝土强度换算值 conversion value of concrete compressive strength of test area

由测区的平均回弹值和碳化深度值通过测强曲线或测区强度换算表得到的测区现龄期混凝土强度值。

[JGJ/T 23—2011,定义 2.1.3]

3.5

能力验证物品 proficiency test item

用于能力验证的样品、产品、人工制品、标准物质/标准样品、设备部件、测量标准、数据组或其他信息。

[GB/T 27043—2012, 定义 3.8]

3.6

指定值 assigned value

对能力验证物品的特定性质赋予的值。

[GB/T 27043—2012, 定义 3.1]

4 组织和策划

4.1 人员

4.1.1 总则

能力验证提供者应对参与组织和实施混凝土结构实体强度检测或检验能力验证计划的人员,按照岗位和职责可分为计划负责人、技术人员和技术专家。所有人员均应经过相应培训和能力确认,并予以授权。

4.1.2 计划负责人

计划负责人的主要职责包括但不限于:

- a) 与相关方沟通,分析能力验证需求,确定能力验证计划的目的和目标;
- b) 组织能力验证计划的方案策划与审定,确保能力验证计划的设计与目标相适宜;
- c) 组织能力验证物品制备、文件编写、结果评价和报告编制等,审核活动的规范性;
- d) 组织实施能力验证计划相关人员的培训和管理,确保人员能力符合相关要求;
- e) 组织实施能力验证计划,确保客观记录实施过程和评价结果,审核各类文件、记录、报告的内容和格式,对出具的能力验证报告负责;
- f) 负责能力验证计划的投诉、质量事故处理和不符合工作的控制,制定和实施纠正措施、预防措施并进行改进。

4.1.3 技术人员

技术人员的主要职责包括但不限于:

- a) 负责能力验证物品制备以及必要的均匀性和稳定性试验;
- b) 负责数据处理和结果汇总工作;
- c) 按要求参加能力验证计划的技术工作。

4.1.4 技术专家

4.1.4.1 技术专家的主要职责包括但不限于:

- a) 参加能力验证计划的方案策划与论证;
- b) 参加能力评定等活动。

4.1.4.2 技术专家的选择宜遵循以下原则:

- a) 具有高级及以上技术职称,且在行业内被普遍认同;
- b) 从事混凝土结构实体强度相关检测或检验工作不少于 10 年,熟悉相关标准、技术规范;

- c) 理解能力验证计划的目的、运作过程和结果利用情况,熟悉检验检测机构资质和能力评价相关要求。

4.2 能力验证计划的类型

混凝土结构实体强度能力验证计划可分为以下两种类型:

- a) 混凝土结构实体强度检测能力验证计划;

注:该计划是参加者对提供的能力验证物品进行混凝土结构实体强度检测的能力验证活动。

- b) 混凝土结构实体强度检验能力验证计划;

注:该计划是参加者根据所提供的工程背景信息和混凝土结构实体强度检测数据进行计算和分析,并做出符合性评定的能力验证活动。

4.3 方案策划

4.3.1 能力验证计划负责人应根据相关方的需求,确定能力验证计划的目标,充分识别影响能力验证计划质量的所有环节和因素,组织技术专家制定能力验证计划的设计方案。

4.3.2 方案应重点确定以下内容:

- a) 参与能力验证计划技术专家的姓名、地址和联系方式;
- b) 如需分包,分包的内容、分包方的名称和地址、分包方经验和技術能力的证明以及分包事项应通知参加者。其中,不可分包的工作如下:
 - 1) 方案策划(包括作业指导书);
 - 2) 能力评定;
 - 3) 最终报告的批准;
 - 4) 文件样品的制备和指定值的确定。
- c) 预期的参加者数量;
- d) 检测能力验证计划涉及能力验证物品的混凝土强度设计等级或检验能力验证计划涉及能力验证物品强度评定的基本过程;
- e) 可能影响参加者反馈结果的主要因素。例如,在检测能力验证计划中,参加者对相关标准、技术规范理解的准确程度以及对仪器设备操作的熟练程度等;在检验能力验证计划中,参加者对背景信息和数据的主观判断能力、对所提供检测数据的计算分析能力以及对最终检验报告的表述能力等;
- f) 能力验证物品制备、质量控制、存储、分发的要求。例如,在检测能力验证计划中,对物品一致性控制等;在检验能力验证计划中,专家公议技术的质量控制方法等;
- g) 防止参加者串通能力验证信息的措施。例如,要求参加者返回结果的方式和时间等;
- h) 提供给参加者的信息描述,以及能力验证计划各阶段时间表。在检验能力验证计划中,应考虑在能力验证物品分发之前,以周知性通知或作业指导书的形式,提供给参加者一些必要的信息。例如,物品形式、实施方式以及注意事项等;
- i) 检测或检验时所使用的方法或程序等有关信息。例如,采用单一标准或方法,或者采用不同标准或方法相结合的方式;
- j) 能力验证物品均匀性和稳定性确认的方法和程序;
- k) 参加者提交检测结果或检验结论时使用的标准化报告格式。对于检验能力验证计划,可规定对报告格式的基本要求;
- l) 所使用统计方法的详细描述。例如,检测能力验证计划中所采用的能力统计量计算方法,检验能力验证计划中所采用的专家公议方法等;
- m) 指定值的来源和溯源性。对于检验能力验证计划,应给出指定值的来源和经专家公议确定的

指定值；

- n) 对参加者能力评定的准则。对于检验能力验证计划,除包括对参加者的能力评定准则外,还应有经专家公议确定的能力评定准则；
- o) 给参加者的数据、报告或信息的描述；
- p) 参加者结果和根据能力验证计划结果所做结论的公布范围；
- q) 能力验证物品丢失或损坏时的补救措施。

5 能力验证物品的确定

5.1 能力验证物品的类型

混凝土结构实体强度能力验证物品可分为以下两类：

- a) 实物样品：由混凝土结构实体上的一定数量的不同测区组成；

注：测区由能力验证提供者施划，一个结构实体可划分成若干测区。

- b) 文件样品：载有关于工程背景信息和混凝土结构实体强度检测数据的文件。

5.2 能力验证物品的选择

能力验证物品的选择应与能力验证计划的目的相适应，根据不同的能力验证物品类型，还应满足如下要求：

- a) 实物样品应与建设工程结构构件相类似；
- b) 文件样品的信息应具有一定的代表性，符合建设工程的现场实际情况。

5.3 能力验证物品的制备

5.3.1 实物样品的制备过程应记录并保存，同时应满足以下要求：

- a) 结构构件的类型相同，混凝土生产工艺以及强度等级相同，原材料、配合比和养护条件一致且龄期相近；
- b) 结构构件的数量能满足参加者数量的要求，以及均匀性检验和稳定性检验的需要；
- c) 结构构件的外观质量满足检测要求；
- d) 结构构件的浇筑方式和振实方法与施工现场一致，拆模后的结构构件需采用适宜的方法进行养护；
- e) 同类结构构件的可测面，根据能力验证计划设计方案选择的检测标准或规范的要求，施划并选择一定数量的测区作为一个实物样品。测区施划时需考虑检测标准或规范的相关要求，测区选择时需考虑一批中不同构件和测区在构件中所处位置对强度的影响。

5.3.2 文件样品的制备应满足以下要求：

- a) 在计划设计阶段完成并经技术专家审定，技术专家的数量不少于 3 人；
- b) 文件样品中的工程名称、地址等信息需进行必要的保密处理。

5.4 均匀性和稳定性检验

5.4.1 均匀性和稳定性检验实验室的选择

能力验证物品的均匀性和稳定性检验已选择按照 GB/T 27025 运作的实验室实施。

5.4.2 实物样品的均匀性和稳定性检验

5.4.2.1 实物样品的均匀性检验应满足以下要求：

- a) 在其达到设计强度等级后进行；
- b) 从所制备物品中分层随机抽取 10 个或 10 个以上实物样品用于均匀性检验。检测时，随机选择所抽取的实物样品，由同一检测人员，使用同一台设备，按照 JGJ/T 23—2011 的相关要求在尽可能短的时间内完成；
- c) 由具有混凝土结构实体强度检测技术能力、了解能力验证目的和要求并获得授权的技术人员进行；
- d) 统计方法采用 $s \leq 0.3\sigma$ 准则。 s 为所抽实物样品混凝土强度的标准差， σ 为能力验证计划能力评定标准差的目标值。当实物样品数量介于 (4~9) 个之间时，可采用极差法计算所抽取实物样品混凝土强度的标准差。若 $s \leq 0.3\sigma$ ，则认为实物样品是均匀的；
- e) 检验过程应记录并保存。

5.4.2.2 除非能够证明实物样品在能力验证计划实施期间被测参数是稳定的，这种情况可不进行稳定性检验，其余情况均应对实物样品进行稳定性检验，且满足以下要求：

- a) 应在参加者进行现场检测之前和所有参加者完成现场检测之后进行。如现场检测的持续时间较长，应在此期间进行稳定性监控；
- b) 抽样方式及检测要求按 5.4.2.1 b) 进行，抽样数量不少于 6 个实物样品；
- c) 技术人员的技术和管理要求按 5.4.2.1 c) 进行；
- d) 稳定性检验的统计方法采用 t 检验法(两个平均值之间的一致性)。将各时段的测量结果与第一次测量结果进行比较，按式(1)计算 t 值。若 $t < \text{显著性水平 } \alpha$ (通常 $\alpha = 0.05$) 自由度为 $n_1 + n_2 - 2$ 的临界值 $t_{\alpha}(n_1 + n_2 - 2)$ ，则两个平均值之间无显著差异，可认为实物样品是稳定的。

$$t = \frac{|\bar{x}_2 - \bar{x}_1|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) \times s_1^2 + (n_2 - 1) \times s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \times \frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2}}} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- $\bar{x}_1$ ——第 1 次检测数据的平均值；
- $\bar{x}_2$ ——第 2 次检测数据的平均值；
- s_1 ——第 1 次检测数据的标准偏差；
- s_2 ——第 2 次检测数据的标准偏差；
- n_1 ——第 1 次检测总次数；
- n_2 ——第 2 次检测总次数。

注 1：通常情况下，第 1 次测量的结果为实物样品均匀性检验的结果。

注 2：为了保证平均值和标准偏差的准确度， n_1 、 n_2 均 ≥ 6 次。

- e) 实物样品的稳定性检验过程应记录并保存。

5.4.3 文件样品的均匀性和稳定性检验

通常情况下，文件样品可不进行均匀性和稳定性检验。

5.5 能力验证物品的分发

5.5.1 对于实物样品，能力验证计划提供者可告知参加者前往指定地点按照既定的顺序进行现场检测。

5.5.2 对于文件样品，能力验证计划提供者可采用电子邮件、邮寄、集中地点等方式向参加者发放。

5.6 能力验证物品的存储

5.6.1 实物样品应在相对独立区域进行存储，并采取适当的方式对其防护，以保证存储期间不被损坏。

5.6.2 文件样品应由专人保管,并采取适当的方式对其防护,以保证存储期间不被更改和损坏。

6 检测和检验方法的选择

6.1 混凝土结构实体强度检测和检验宜选择国家标准或行业标准规定的检测和检验方法。

6.2 能力验证提供者应研究不同检测或检验方法的差异,了解不同检测和检验方法的技术相关性。

7 统计方法的选择

7.1 能力验证提供者应根据数据的特性、统计假定、误差的性质以及预期的结果数量,选择符合能力验证目标的统计方法。

7.2 能力验证提供者应对选用统计方法的原因和假定进行说明,并能证实统计假定合理。

7.3 选择统计方法时,应考虑以下事项:

- a) 能力验证计划每个被测量或特性所要求或期望的准确度(正确度和精密度)以及测量不确定度;
- b) 达到统计设计目标所需的最少参加者数量。当参加者数量不足以达到目标或不能对结果进行有效的统计分析时,能力验证提供者应制定能力评定的替代方法,并形成文件,提供给参加者;
- c) 有效数字和/或小数位数与所报告结果的相关性;
- d) 需要检测的能力验证物品数量,以及对每个能力验证物品或每项测定的检测重复次数;
- e) 用于确定能力评定标准差或其他评定准则的程序;
- f) 用于识别和(或)处理离群值的程序;
- g) 对统计分析中剔除值的评价程序;
- h) 与设计相符的目标和能力验证轮次的频率。

8 指定值及其不确定度的确定

8.1 混凝土结构实体强度检测能力验证计划

8.1.1 指定值及其不确定度的确定,可采用下列方法:

- a) 将专家参加者结果确定的公议值作为指定值。专家参加者应具有可证实的测定被测量的能力,并使用已确认的、有较高准确度的方法;

注:一般情况下,专家参加者为专家实验室。

- b) 将参加者结果确定的公议值作为指定值。当采用稳健统计方法时,在考虑离群值的影响后,参加者数量不宜小于 18 个,其指定值的不确定度,应按照 GB/T 28043—2011 中 5.6.2 进行评定。

8.1.2 离群值可按下列方法进行统计处理:

- a) 明显错误的结果,如单位、小数点或计算错误以及错报为其他能力验证物品的结果,应从数据集中剔除,单独处理。这些结果不再计入离群值检验或稳健统计分析。明显错误的结果应由技术专家进行识别和判断;
- b) 当使用由参加者结果确定的指定值时,应使用适当的统计方法使离群值的影响降到最低,即可以使用稳健统计方法或计算前剔除离群值;
- c) 如果将某结果作为离群值剔除,则仅在计算统计量时剔除该值,但该结果仍在能力验证计划中予以评价,并进行适当能力评定。

8.2 混凝土结构实体强度检验能力验证计划

混凝土结构实体强度检验能力验证计划的指定值通常应由满足 4.2.4 要求的技术专家公议确定,技术专家的数量不少于 3 人。某些情况下,如果使用参加者的结果确定指定值,应预先确定使用参加者结果的比例,该比例应基于能力验证计划的目标、参加者的能力和经验水平确定。

9 能力统计量的计算

9.1 对于混凝土结构实体强度检测能力验证计划,结果的常用统计量如下:

a) 差值 D 按式(2)计算:

$$D = x - X \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

x ——参加者结果;

X ——指定值。

b) 百分相对差 $D_{\%}$ 按式(3)计算:

$$D_{\%} = \frac{x - X}{X} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

c) Z 比分数按式(4)计算:

$$Z = \frac{x - X}{\hat{\sigma}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

Z ——由能力验证的指定值和标准差计算的实验室偏倚的标准化度量;

$\hat{\sigma}$ ——能力评定标准差, $\hat{\sigma}$ 可由以下方法确定:

- 1) 与能力评价的目标和目的相符,由专家判定或法规规定(规定值);
- 2) 根据以前轮次的能力验证得到的估计值或由经验得到的预期值(经验值),应按照 GB/T 28043—2011 中 6.3.1 式(10)计算;
- 3) 由统计模型得到的估计值(一般模型);
- 4) 由精密度试验得到的结果,应按照 GB/T 28043—2011 中 6.5.1 式(15)计算;
- 5) 由参加者结果得到的稳健标准差、标准化四分位距、传统标准差(剔除离群值后的标准偏差)等。其中,稳健标准差应按照 GB/T 28043—2011 附录 C 给出的算法 A 计算;标准化四分位距按式(5)计算:

$$NIQR = 0.7413(Q_3 - Q_1) \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

NIQR ——标准化四分位距;

Q_3 ——位置为 $(p+3)/4$ 的返回结果, p 为返回结果的总数;

Q_1 ——位置为 $(3p+1)/4$ 的返回结果。

d) 如考虑指定值 x_{pt} 的不确定度 $u(x_{pt})$ 当 $u(x_{pt}) > 0.3\sigma_{pt}$ 时,需在能力统计量计算公式的分母增加不确定度分量。该统计量值称为 Z' 值按式(6)计算:

$$Z' = (x - X) / \sqrt{\hat{\sigma}^2 + u^2(x_{pt})} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

Z' ——由能力验证的指定值和标准差计算的实验室偏倚的标准化度量;

$u(x_{pt})$ ——指定值的标准不确定度。

9.2 通常情况下,能力统计量的计算不适用于混凝土结构实体强度检验能力验证计划。

10 能力评定

10.1 对于混凝土结构实体强度检测能力验证计划,应根据能力度量方式制定能力评定准则,用于能力评定的方式如下:

- a) 与目标的符合性,根据方法性能指标、参加者的操作水平、专家判定以及法规规定等预先确定准则;
- b) 用统计方法确定的 Z 比分数和 Z' 比分数,具体准则如下:
 - 1) $|Z| \leq 2.0$,表明能力“满意”,无需采取进一步措施;
 - 2) $2.0 < |Z| < 3.0$,表明能力“有问题”,产生警戒信号;
 - 3) $|Z| \geq 3.0$,表明能力“不满意”,产生措施信号。

注:上述 Z 比分数的评定准则,也适用于 Z' 比分数。

10.2 对于混凝土结构实体强度检验能力验证计划,采用专家公议的方式,由技术专家直接确定报告结果是否与预期目标相符合。

11 能力验证报告

11.1 能力验证计划报告应包括以下内容:

- a) 能力验证提供者的名称和联系信息;
- b) 能力验证计划联系人姓名和联系信息;
- c) 报告批准人的姓名、职位、签名或等效标识;
- d) 提供者分包活动的说明;
- e) 报告发布日期;
- f) 报告的页码和结束标记;
- g) 结果保密程度的声明;
- h) 能力验证计划报告的编号和标识;
- i) 能力验证物品的描述,包括能力验证物品制备、均匀性和稳定性评定的必要细节;
- j) 参加者的结果;
- k) 能力评定相关数据,包括指定值、可接受结果的范围等;
- l) 指定值的确定方法;
- m) 指定值溯源性的信息;
- n) 能力评定准则及其获得的程序;
- o) 适用时,使用不同检测和检验方法的指定值和可接受的结果范围;
- p) 对参加者的能力评述;
- q) 能力验证计划设计和实施的信息;
- r) 参加者结果评价的程序;
- s) 对能力评定的解释和建议;
- t) 基于本轮能力验证计划结果的评述或建议。

11.2 当给参加者的能力验证计划报告有必要发布一个新的或修正版时,包括但不限于以下内容:

- a) 唯一性的标识;
- b) 所要替换或修改的原始报告的引用;
- c) 修改和重新发布原因的说明。

12 与参加者沟通

12.1 能力验证提供者需积极保持与参加者的沟通,沟通的信息和方式应包括但不限于:

- a) 通过适宜的渠道,及时对外发布能力验证计划信息和进展情况,并确保发布内容的有效性和与参加者沟通的顺畅性;
- b) 公布的能力验证计划的信息,包含能力验证计划目录(含名称、能力验证物品类型、检测或检验的对象和建议使用的检测或检验方法等)、报名要求和期限、进程安排、参加费用和付款方式、联系人和联系方式等;
- c) 当能力验证计划设计或运作有变化时,由专门部门或专人及时通知参加者;
- d) 建立和实施投诉和申诉处理程序,并由专门部门负责接收和处理;
- e) 通过运行反馈机制主动获取参加者的意见。

12.2 能力验证提供者与参加者交流的相关记录应保留并归档。

13 保密

13.1 参加者提供的信息视为保密的内容,能力验证提供者应指定专人负责管理。

13.2 在能力验证计划运作中,通过对参加者匿名标识处理、控制知悉人员范围以及要求参与能力验证计划的人员签署保密和公正性声明等措施实施保密。

13.3 未经参加者同意,能力验证提供者不得将知悉的有关参加者的信息(含身份)和结果评价内容告知第三方。

13.4 对于混凝土结构实体强度检验能力验证计划的指定值和能力评定准则,能力验证提供者需指定专人负责管理,并采取一定的加密措施。