

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 2368—2013

钻芯法检测混凝土抗压强度技术规程

Technical specification for testing concrete compressive strength

with drilled core method

2013 - 06 - 13 发布

2013 - 07 - 10 实施

山东省质量技术监督局

发布

目 次

| | |
|-------------------------|----|
| 前言 | IV |
| 引言 | V |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 符号 | 3 |
| 5 主要仪器设备 | 4 |
| 5.1 基本要求 | 4 |
| 5.2 钻芯机 | 4 |
| 5.3 切芯机 | 5 |
| 5.4 磨平机 | 5 |
| 5.5 补平仪 | 5 |
| 5.6 钢筋探测仪 | 5 |
| 5.7 压力试验机 | 5 |
| 6 检测基本规定 | 5 |
| 6.1 适用条件 | 5 |
| 6.2 限制条件 | 5 |
| 6.3 检测前宜收集资料 | 5 |
| 6.4 检测方式选择 | 5 |
| 6.5 按批抽样检测 | 6 |
| 6.6 注意事项 | 6 |
| 7 芯样的钻取 | 6 |
| 7.1 钻芯部位选择 | 6 |
| 7.2 芯样直径 | 6 |
| 7.3 钻芯操作 | 6 |
| 7.4 芯样运输保存 | 7 |
| 8 芯样的加工及技术要求 | 7 |
| 8.1 芯样加工处理 | 7 |
| 8.2 芯样尺寸测量 | 7 |
| 8.3 芯样高径比计算及修正 | 7 |
| 8.4 芯样尺寸偏差及外观质量要求 | 8 |
| 9 芯样试件抗压强度试验 | 8 |
| 9.1 试验步骤和要求 | 8 |
| 9.2 芯样混凝土抗压强度值计算 | 8 |

| | | |
|--------------|--------------------------|----|
| 10 | 检测数据分析处理 | 9 |
| 10.1 | 平均值、标准差及变异系数计算 | 9 |
| 10.2 | 异常数据判断与处理 | 9 |
| 10.3 | 混凝土强度推定 | 9 |
| 10.4 | 异常构件处理 | 11 |
| 11 | 钻芯修正 | 11 |
| 11.1 | 适用条件 | 11 |
| 11.2 | 取芯数量及位置 | 11 |
| 11.3 | 总体修正量法计算 | 11 |
| 11.4 | 对应样本修正量法计算 | 12 |
| 11.5 | 强度推定 | 12 |
| 附录 A (规范性附录) | 芯样端面补平方法 | 13 |
| 附录 B (规范性附录) | 异常数据判断和处理 | 15 |
| 附录 C (规范性附录) | 格拉布斯检验临界值表 | 17 |
| 附录 D (规范性附录) | 检验批样本容量与推定区间上、下限系数 | 18 |

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由山东省质量技术监督局提出。

本标准起草单位：山东省建筑科学研究院、山东省建设工程质量监督总站、淄博市建筑工程质量安全监督站、莱芜市建设工程质量安全监督站、肥城市建设工程质量安全监督站、山东华森混凝土有限公司、山东省城乡建设勘察院、山东省建设机械总公司、北京智博联科技有限公司、北京海创高科科技有限公司、陵县建筑工程质量监督站、胶州市建筑工程质量监督站、庆云县建筑工程质量监督站、宁津县建筑工程质量监督站。

本标准主要起草人：崔士起、孔旭文、成勃、石磊、张毅、谢慧东、宋超、王晓、付宪章、宋光金、亓树文、孙传孔、李海文、刘岩、刘松石、李潭、董玉桐、邵喜泉、张绪敬、葛怀圣、赵而玉、白坤明、王清泉、刘志强、管钧、张渤海。

引 言

为规范山东地区钻芯法检测混凝土抗压强度的方法,保证检测精度,根据山东省质量技术监督局《关于下达〈岩棉板外墙外保温系统〉等 15 项地方标准制修订项目计划的通知》(鲁质监标便字[2011]178 号),山东省建筑科学研究院会同有关单位经调查研究,认真总结实践经验,参考国家有关标准,并广泛征求意见,编写了本文件。

正常情况下,新建工程混凝土强度的检测与评定应按现行国家标准GB 50204和GB/T 50107执行。当需要推定新建工程或既有建筑的混凝土强度时,可按本规程进行检测,检测结果可作为评价混凝土强度的依据。

钻芯法检测混凝土抗压强度技术规程

1 范围

本规程规定了后装拔出法检测混凝土抗压强度的术语、定义、后装拔出试验装置技术要求、检测技术、测强曲线和检测数据分析处理。

本规程适用于采用钻芯法进行结构混凝土抗压强度的检测。当需检测构件较多时，采用回弹法、超声回弹综合法、后装拔出法等与钻芯法综合检测，形成钻芯修正法，用钻芯法检测结果对其它检测方法测得结果进行修正，使检测结果更可靠，可减少对结构损害。

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 4883 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理

GB 50081 普通混凝土力学性能试验方法

GB 50107 混凝土强度检验评定标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

3 术语和定义

下列术语与定义适用于本文件。

3.1

钻芯法 drilled core method

在混凝土构件中钻取混凝土芯样，将混凝土芯样加工成符合本规程规定的芯样试件，检测混凝土芯样圆柱体抗压强度，根据混凝土芯样圆柱体抗压强度推定构件混凝土抗压强度的方法。

3.2

检测批 inspection lot

混凝土强度等级相同，原材料、配合比、成型工艺、养护条件基本一致且龄期相近的同种类构件构成的检测对象。

3.3

按批抽样检测 batch sampling inspection

从检测批中抽取样本，通过对样本的测试确定检测批质量的检测方法。

3.4

随机抽样 random sampling

从检测批中抽取样本单位，每个样本单位被抽取的可能性都相等的抽样方式。

3.5

工程质量检测 inspection of structural quality

为评定结构工程质量与设计的要求或与施工质量验收规范规定的符合性所实施的检测。

3.6

结构性能检测 inspection of structural performance

为评估结构安全性、适用性、耐久性或抗灾害能力所实施的检测。

3.7

复检 recheck

为验证检测数据的有效性，对已受检的对象所实施的现场检测。

3.8

补充检测 additional test

为补充已获得的数据所实施的现场检测。

3.9

重新检测 renewal test

不计入已有的检测数据和结果，以新的检测数据和结果为准的现场检测。

3.10

标准芯样试件 standard core sample

公称直径为 100mm，高径比为 1: 1，外观质量和尺寸偏差均符合要求的混凝土圆柱体芯样试件。

3.11

推定区间 interval estimation

由样本数量、置信水平和分位值确定的混凝土强度推定值的置信区间。

3.12

强度换算值 conversion strength

由芯样强度得到的混凝土抗压强度值。相当于被测构件的测点在所处条件及龄期下，边长为150mm立方体试块的抗压强度值。

3.13

强度推定值 estimated strength

相当于强度换算值总体分布中保证率不低于95%的强度值。

3.14

总体修正量 totality correction value

芯样试件混凝土抗压强度换算值的平均值与被修正检测方法全部测区（或测点）混凝土抗压强度换算值的平均值之差。

3.15

对应样本修正量 Corresponding sample correction value

芯样试件混凝土抗压强度换算值的平均值与被修正检测方法相应测区（或测点）混凝土抗压强度换算值的平均值之差。

4 符号

下列符号适用于本文件。

d : 芯样试件的平均直径。

F_i : 第 i 个芯样试件抗压试验测得的极限压力。

$f_{cor,i}^c$: 第 i 个芯样试件混凝土强度换算值。

$f_{cor,min}$: 构件或检测批混凝土强度换算值中的最小值。

$f_{cu,e}^c$: 构件或检测批混凝土强度推定值。

$f_{cu,i0}^c$: 修正前间接检测方法测区（或测点）混凝土抗压强度换算值。

$f_{cu,i}^c$: 修正后间接检测方法测区（或测点）混凝土抗压强度换算值。

$f_{cu,l}^c$: 检测批混凝土强度标准值的推定区间下限值。

$f_{cu,mj}^c$: 与钻芯部位相应的间接检测方法测区（或测点）混凝土抗压强度换算值的平均值。

$f_{cu,u}^c$: 检测批混凝土强度标准值的推定区间上限值。

G_n 、 G_n^i : 格拉布斯检验统计量。

$G_{0.975}$ 、 $G_{0.995}$: 格拉布斯检验临界值。

H : 抗压芯样试件的高度。

$k_{u(0.1)}$: 0.05分位数推定区间上限值系数。

$k_{l(0.05)}$ ：0.05分位数推定区间下限值系数。

$m_{f_{cor}^c}$ ：构件或检测批混凝土强度换算值的平均值。

$m_{f_{cu,e}^c}$ ：推定区间上限值与下限值的均值。

$m_{f_{cu}^c}$ ：同一检测批间接检测方法测区（或测点）混凝土强度换算值的平均值。

$m_{f_{cu,r}^c}$ ：与钻芯部位相应的间接检测方法测区（或测点）混凝土强度换算值的平均值。

s_{cor} ：构件或检测批混凝土强度换算值的标准差。

$\Delta_{f_{cu}}$ ：推定区间上限值与下限值的差值。

Δ_{loc} ：对应样本修正量。

Δ_{tot} ：总体修正量。

α_i ：第*i*个芯样试件的高径比换算系数。

δ ：构件或检测批混凝土强度换算值的变异系数。

5 主要仪器设备

5.1 基本要求

钻取芯样及芯样加工的主要设备、仪器均应有产品合格证。

5.2 钻芯机

5.2.1 钻芯机应具有足够的刚度、操作灵活、固定和移动方便，并应有水冷却系统。

5.2.2 钻取芯样时宜采用金刚石或人造金刚石薄壁钻头。钻头胎体不得有肉眼可见的裂缝、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形。钻头胎体对钢体的同心度偏差不得大于 0.3 mm，钻头的径向跳动不大于 1.5 mm。

5.2.3 混凝土钻芯机功率、转速应足够大，保证芯样在（10~15）min 内顺利取出。为防止卡钻或芯样折断事故发生，钻机应牢牢固定。

5.2.4 工作完毕后，应及时对钻芯机进行维修保养。

5.3 切芯机

切芯机应具有冷却系统和牢固夹紧芯样的装置；配套使用的人造金刚石锯片应有足够的刚度。

5.4 磨平机

磨平机应具有冷却系统和牢固夹紧芯样的装置，磨轮与芯样轴线应垂直，保证磨平后芯样端面与芯样轴线垂直。

5.5 补平仪

芯样端面补平仪应保证修补后混凝土芯样尺寸、平整度、垂直度等达到抗压强度检验要求。

5.6 钢筋检测仪

钢筋检测仪应适用于现场操作，其最大探测深度不应小于120mm，探测位置偏差不宜大于±3mm。

5.7 压力试验机

用于检测混凝土芯样圆柱体抗压强度的压力试验机应符合GB/T 50081的要求。

6 检测基本规定

6.1 适用条件

本规程适用于符合下列条件的混凝土强度的检测：

- a) 因材料、施工、养护不良而发生混凝土质量问题时；
- b) 需检测鉴定结构中混凝土强度，而其它检测方法不适用时；
- c) 抗压强度为（10.0~80.0）MPa。

6.2 限制条件

轻骨料混凝土、强度高于80MPa的混凝土等采用钻芯法检测时，应进行专门的试验研究。

6.3 检测前宜收集资料

检测前需收集下列资料：

- a) 工程名称及建设单位、设计单位、施工单位和监理单位名称；
- b) 结构或构件名称、成型日期、混凝土设计强度等级及设计施工图纸；
- c) 构件混凝土的原材料（水泥、粗骨料、细骨料等）和试块抗压强度试验报告以及相关的施工技术资料；
- d) 存在的质量问题及检测原因。

6.4 检测方式选择

6.4.1 混凝土强度检测可采用以下两种方式进行：

- a) 单个构件检测，适用于单个柱、梁、墙、基础等构件检测，当检测批构件总数少于5个时，按单个构件检测，其检测结论不得扩大到未检测的构件或范围；
- b) 按批抽样检测，适用于检测批混凝土强度的检测。

6.4.2 大型结构按施工顺序可划分为若干个检测区域，每个检测区域作为一个独立构件，根据检测区域数量及检测需要，选择检测方式。

6.4.3 单个构件检测时，有效芯样试件数量不宜少于2个。

6.5 按批抽样检测

按批抽样检测时，应进行随机抽样，且抽测构件最小数量应符合表1的规定。检测批芯样试件总数不得少于10个。

表1 检验批最小样本容量

| 检验批的容量 | 检测类别和样本最小容量 | | | 检验批的容量 | 检测类别和样本最小容量 | | |
|---|-------------|----|----|----------|-------------|-----|-----|
| | A | B | C | | A | B | C |
| 5~8 | 2 | 2 | 3 | 91~150 | 8 | 20 | 32 |
| 9~15 | 2 | 3 | 5 | 151~280 | 13 | 32 | 50 |
| 16~25 | 3 | 5 | 8 | 281~500 | 20 | 50 | 80 |
| 26~50 | 5 | 8 | 13 | 501~1200 | 32 | 80 | 125 |
| 51~90 | 5 | 13 | 20 | ----- | --- | --- | --- |
| 注1：检测类别 A 适用于工程质量检测，检测类别 B 适用于结构性能检测，检测类别 C 适用于结构质量或性能的严格检测或复检。 | | | | | | | |
| 注2：无特别说明时，样本单位为构件。 | | | | | | | |

6.6 注意事项

- 6.6.1 采用本规程进行检测的人员应通过专项培训并考核合格。
- 6.6.2 现场检测作业，应遵守有关安全及劳动保护规定。
- 6.6.3 用钻芯法检测混凝土强度，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家有关标准的规定。

7 芯样的钻取

7.1 钻芯部位选择

芯样宜在构件的下列部位钻取：

- 构件受力较小的部位；
- 混凝土强度质量具有代表性的部位；
- 便于钻芯机安放与操作的部位；
- 避开钢筋、预埋件和管线的位置；
- 用钻芯法和其他方法综合测定强度时，钻芯部位应在其它方法的测区部位或在其测区附近。

7.2 芯样直径

- 7.2.1 芯样直径宜为 100 mm，为减少对结构损伤，可钻取小直径芯样。
- 7.2.2 芯样直径不应小于 70 mm 且不应小于混凝土中骨料最大粒径的 2 倍。

7.3 钻芯操作

- 7.3.1 钻芯机就位并安放平稳后，应将钻芯机固定。固定的方法可根据钻芯机构造和施工现场的具体情况确定。
- 7.3.2 钻芯机使用三相电动机时，未安装钻头前应先通电检查主轴旋转方向。旋转方向正确时，方可安装钻头。
- 7.3.3 钻芯机主轴的旋转轴线，宜调整到与被钻芯的混凝土表面相垂直。
- 7.3.4 钻芯时用于冷却钻头和排除混凝土碎屑的冷却水的流量，宜为 (3~5) L/min，出口水温不宜超过 40℃。

7.4 芯样运输保存

7.4.1 芯样在搬运之前应采用防震材料仔细包装，以免碰坏。钻芯现场的全部记录应与芯样抗压记录一起存档。

7.4.2 构件钻芯后所留下的孔洞应及时进行修补。

8 芯样的加工及技术要求

8.1 芯样加工处理

8.1.1 采用锯切机加工芯样试件时，应将芯样固定，并使锯切平面垂直于芯样轴线。锯切过程中应用水冷却锯片和芯样。

8.1.2 考虑结构混凝土的非匀质性，必要时检测报告中宜对钻取芯样位置、芯样切取深度进行描述。

8.1.3 芯样试件内不宜含有钢筋。如不能满足此项要求，直径大于 100 mm 芯样试件内钢筋不得多于两根，且最大直径不得大于 10 mm；直径不大于 100 mm 芯样试件内钢筋不得多于一根，且直径不得大于 10 mm。芯样内钢筋应与芯样端面基本平行并离开端面 10 mm 以上。

8.1.4 锯切后的芯样，不得直接进行抗压强度试验，应采用下述方法之一，对其进行端面加工：

- a) 在磨平机上磨平；
- b) 用水泥净浆、环氧胶泥、快硬水泥等材料，在专用补平仪上补平。补平层厚度不宜大于 3 mm，补平层应与芯样结合牢固。芯样端面补平方法可按本规程附录 A 进行。

8.1.5 在条件允许时，优先采用磨平法进行芯样端面加工。但强度较低混凝土芯样应采用补平法进行端面加工。

8.2 芯样尺寸测量

在进行抗压强度试验前，应按下列方法测量芯样试件尺寸：

- a) 平均直径：用游标卡尺测量芯样中部，在相互垂直的两个位置上各测得一个直径数值，取两次测量的算术平均值，精确至 0.1 mm；
- a) 芯样高度：用钢板尺或钢卷尺测量两个端面间的距离，精确至 1 mm；
- b) 不垂直度：用游标量角器测量两个端面与芯样侧立面的夹角，取最大值，精确至 0.1°；
- c) 不平整度：用钢板尺紧靠在芯样端面上，一面转动钢板尺，一面用塞尺测量钢板尺与芯样端面之间的缝隙，或用专用设备量测，精确至 0.02 mm。

8.3 芯样高径比计算及修正

从构件中钻取的混凝土芯样应加工成符合本规程规定的芯样试件，芯样试件的高径比应满足下式要求：

- a) 芯样直径 70~100 mm 时，应符合公式 (1)；
- b) 芯样直径大于 100 mm 时，应符合公式 (2)。

$$0.60 \leq \frac{H}{d} \leq 1.05 \dots\dots\dots (1)$$

$$0.60 \leq \frac{H}{d} \leq 1.05 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\frac{H}{d}$ ——高径比，精确至 0.05；

H ——抗压芯样试件的高度；

d ——抗压芯样试件的平均直径。

8.4 芯样尺寸偏差及外观质量要求

芯样试件尺寸偏差及外观质量超过下列数值时，相应的测试数据无效：

- a) 经端面加工后芯样的高径比不符合 7.3 条要求时；
- b) 沿芯样高度任一直径与平均直径相差达 2 mm 以上时；
- c) 芯样试件端面的不平整度在 100 mm 长度内超过 0.1 mm 时；
- d) 芯样试件端面与轴线的不垂直度超过 1° 时；
- e) 芯样试件有裂缝或有其他较大缺陷时。

9 芯样试件抗压强度试验

9.1 试验步骤和要求

9.1.1 芯样试件宜在与被检测构件混凝土湿度基本一致的条件下进行抗压强度试验。

9.1.2 芯样试件以自然干燥状态进行试验时，应根据端面加工方法确定在室内自然干燥的时间；芯样试件以潮湿状态进行试验时，应在（15~25）℃的清水中浸泡（40~48）h，从水中取出后立即进行试验。

9.1.3 芯样试件的抗压强度试验应按 GB 50081 中对立方体试块抗压强度试验的规定进行。

9.2 芯样混凝土抗压强度值计算

芯样试件的混凝土抗压强度换算值，应按下式计算：

- a) 芯样直径 70~100mm 时，应符合公式（3）；
- b) 芯样直径大于 100mm 时，应符合公式（4）。

$$f_{cor,i}^c = \alpha_i \frac{4F_i}{\pi d_i^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$f_{cor,i}^c = \frac{4F_i}{\pi d_i^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$f_{cor,i}^c$ ——第*i*个芯样试件的混凝土强度换算值，精确至0.1 MPa；

α_i ——第*i*个芯样试件的高径比换算系数，见表2，精确至0.001；

F_i ——第*i*个芯样试件抗压试验测得的极限压力，精确至1kN；

d_i ——第*i*个芯样试件的平均直径，精确至0.1mm。

表2 芯样试件高径比换算系数

| | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 高径比 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.00 | 1.05 |
| 芯样直径 70mm | 0.683 | 0.710 | 0.740 | 0.772 | 0.807 | 0.845 | 0.887 | 0.934 | 1.000 | 1.043 |

表2 芯样试件高径比换算系数(续)

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 芯样直径 100mm | 0.718 | 0.744 | 0.771 | 0.801 | 0.833 | 0.868 | 0.906 | 0.948 | 1.000 | 1.043 |
| 注:表中未列数据,可按直线内插法计算,但不可外推。 | | | | | | | | | | |

10 检测数据分析处理

10.1 平均值、标准差及变异系数计算

当芯样数不少于10个时,应按下列公式计算构件或检测批混凝土强度换算值的平均值、标准差及变异系数:

$$m_{f_{cor}^c} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cor,i}^c}{n} \dots\dots\dots (5)$$

$$s_{cor} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cor,i}^c)^2 - n(m_{f_{cor}^c})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (6)$$

$$\delta = \frac{s_{cor}}{m_{f_{cor}^c}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$m_{f_{cor}^c}$ ——构件或检测批混凝土强度换算值的平均值,精确至0.1MPa;

s_{cor} ——构件或检测批混凝土强度换算值的标准差,精确至0.01MPa;

δ ——构件或检测批混凝土强度换算值的变异系数,精确至0.01;

n ——芯样试件数量。

10.2 异常数据判断与处理

按批抽样检测时,应进行异常数据的判断和处理,异常数据的判断和处理应符合GB/T 4883的规定,详见附录B。

10.3 混凝土强度推定

10.3.1 单个构件检测

单个构件混凝土抗压强度推定值应按下式计算:

$$f_{cu,e}^c = f_{cor,min} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$f_{cu,e}^c$ ——构件或检测批混凝土强度推定值,精确至0.1MPa;

$f_{cor,min}$ ——构件或检测批混凝土强度换算值中的最小值，精确至0.1MPa。

10.3.2 按批抽样检测

10.3.2.1 检测批混凝土强度推定值应计算推定区间，推定区间的置信度宜为0.85，并使错判概率为0.05，漏判概率为0.1，具有95%保证率特征值的推定区间上限值和下限值可按下列公式计算：

$$f_{cu,u}^c = m_{f_{cor}^c} - k_{u(0.1)} s_{cor} \dots\dots\dots (9)$$

$$f_{cu,l}^c = m_{f_{cor}^c} - k_{l(0.05)} s_{cor} \dots\dots\dots (10)$$

$$m_{f_{cu,e}^c} = \frac{f_{cu,u}^c + f_{cu,l}^c}{2} \dots\dots\dots (11)$$

$$\Delta_{f_{cu}} = f_{cu,u}^c - f_{cu,l}^c \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$f_{cu,u}^c$ ——检测批混凝土具有95%保证率特征值的推定区间上限值，精确至0.1 MPa；

$f_{cu,l}^c$ ——检测批混凝土具有95%保证率特征值的推定区间下限值，精确至0.1 MPa；

$k_{u(0.1)}$ ——0.1分位数推定区间上限值系数，按检测批测区数量由附录C查得；

$k_{l(0.05)}$ ——0.05分位数推定区间下限值系数，按检测批测区数量由附录C查得；

$m_{f_{cu,e}^c}$ ——推定区间上限值与下限值的均值；

$\Delta_{f_{cu}}$ ——推定区间上限值与下限值的差值。

10.3.2.2 $\Delta_{f_{cu}}$ 不宜大于 5.0MPa 和 0.1 $m_{\Delta f}$ 两者的较大值，否则可在分析原因的基础上采取下列措施之一进行处理，直到满足本条要求：

- a) 分析施工条件及检测结果，重新划分检测批，进行补充检测；
- b) 增加测区的数量；
- c) 若采取上述措施仍不能满足要求，或无条件采取上述措施时，可按本规程第 9.3.1 条提供单个构件的检测结果。

10.3.2.3 检测批混凝土抗压强度推定值应按下列公式计算：

$$f_{cu,e}^c = f_{cu,u}^c \dots\dots\dots (13)$$

10.4 异常构件处理

10.4.1 同一检测批中各构件芯样混凝土强度换算值 $f_{cor,i}^c$ 与 $f_{cu,e}^c$ 对比，若 $f_{cu,e}^c - f_{cor,i}^c > 5.0$ MPa，则应将该构件做为异常构件。

10.4.2 对于强度明显低于 $f_{cu,e}^c$ 的异常构件, 应结合施工资料, 考虑这些构件在结构中的分布, 将这些构件附近、同批施工的构件重新组成检测批, 不能重新组成检测批的, 应按单个构件进行检测, 并在报告中说明。

11 钻芯修正

11.1 适用条件

11.1.1 对间接测强方法检测结果有怀疑时, 可采用钻芯修正法进行检测。

11.1.2 钻芯修正法可采用总体修正量法, 或对应样本修正量法, 按批抽样检测宜优先采用总体修正量方法。

11.1.3 采用总体修正量法时, 芯样抗压强度应满足:

$$\Delta_{f_{cu}} \leq 0.1m_{\Delta f} \dots\dots\dots (14)$$

11.2 取芯数量及位置

当采用钻芯修正时, 芯样试件的数量和取芯位置应符合下列要求:

- a) 符合同一检测批的被检测构件采用同一修正量;
- b) 芯样应从采用间接方法的结构构件中随机抽取, 取芯位置应符合本规程第 6.1 条的规定;
- c) 同一检测批标准芯样的数量不应少于 6 个, 直径小于 90 mm 的芯样的数量尚不应少于 9 个;
- d) 当采用的间接检测方法为无损检测方法时, 钻芯位置应与该检测方法相应的测区重合;
- e) 当采用的间接检测方法对构件有损伤时, 钻芯位置应布置在该检测方法相应测区的附近。

11.3 总体修正量法计算

总体修正量应按下列式计算:

$$\Delta_{tot} = m_{f_{cor}^c} - m_{f_{cu}^c} \dots\dots\dots (15)$$

修正后测区 (或测点) 混凝土强度换算值按下式计算:

$$f_{cu,i}^c = f_{cu,i0}^c + \Delta_{tot} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

Δ_{tot} ——总体修正量, 精确至 0.1MPa;

$m_{f_{cu}^c}$ ——同一检测批间接检测方法测区 (或测点) 混凝土强度换算值的平均值, 精确至 0.1MPa;

$f_{cu,i}^c$ ——间接检测方法修正后测区 (或测点) 混凝土强度换算值, 精确至 0.1MPa;

$f_{cu,i0}^c$ ——间接检测方法修正前测区 (或测点) 混凝土强度换算值, 精确至 0.1MPa。

11.4 对应样本修正量法计算

对应样本修正量应按下列式计算:

$$\Delta_{loc} = m_{f_{cor}^c} - m_{f_{cu,r}^c} \dots\dots\dots (17)$$

修正后测区（或测点）混凝土强度换算值按下式计算：

$$f_{cu,i}^c = f_{cu,i0}^c + \Delta_{loc} \dots\dots\dots (18)$$

式中：

Δ_{loc} ——对应样本修正量，精确至0.1MPa；

$m_{f_{cu,r}^c}$ ——与钻芯部位相应的间接检测方法测区（或测点）混凝土强度换算值的平均值，精确至0.1MPa。

11.5 强度推定

确定构件混凝土抗压强度推定值，应以修正后测区混凝土抗压强度换算值进行计算，且计算方法应符合被修正检测方法相应标准的规定。

附 录 A
(规范性附录)
芯样端面补平方法

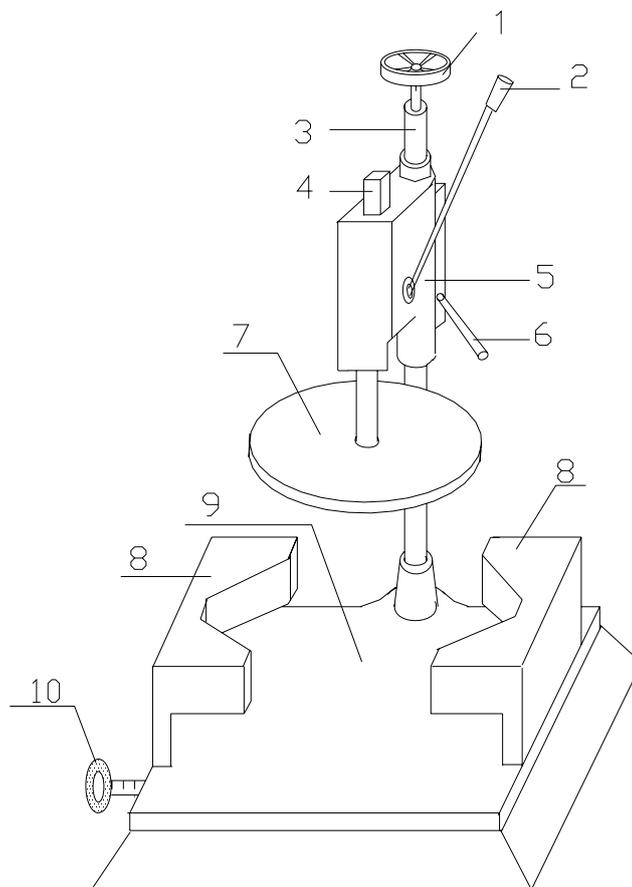
A.1 芯样端面补平仪

A.1.1 芯样端面补平仪技术要求:

- a) 保证补平后芯样两端面平整、平行;
- b) 控制补平后芯样两端面与侧面不垂直度;
- c) 操作简便、快捷。

A.1.2 芯样端面补平常用的补平材料有: 水泥净浆、108胶水泥净浆、快硬水泥、环氧胶泥、硫磺胶泥、结构胶、结构胶加水泥等。

A.1.3 混凝土芯样专用补平仪结构如下图A.1所示。



说明:

- 1——手轮;
- 2——手柄1;
- 3——主轴;
- 4——副轴;

- 5——抱柱；
- 6——手柄2；
- 7——上压板；
- 8——夹口；
- 9——底板；
- 10——调整夹口旋钮。

图A.1 混凝土芯样补平仪

A.1.4 混凝土芯样补平仪操作可参考以下程序进行：

- a) 根据待补芯样高度，调整上压板高度：逆时针转动手柄2，放松抱柱，转动手轮可使抱柱沿主轴上、下运动；
- b) 芯样两端均匀涂一层补平材料，垫上玻璃板，放在底板上，两夹口之间，旋转旋钮，使两夹口向中间运动，夹紧芯样；
- c) 向下压手柄2，上压板沿副轴向下运动，压紧芯样，保持（1~3）min，待补平材料压密实，松开手柄2，上压板沿副轴向上，恢复原位；
- d) 旋转旋钮，使两夹口向两边运动，松开芯样，将芯样及玻璃垫板一起从夹口内取出，放在平稳处养护。

附 录 B
(规范性附录)
异常数据判断和处理

B.1 异常数据判断

依据GB/T 4883, 可采用格拉布斯准则进行异常值判断, 将测区混凝土强度换算值按从小到大顺序排列 $f_{cu,1}$ 、 $f_{cu,2}$ 、……、 $f_{cu,n}$, 计算统计量:

$$G_n = (f_{cu,n} - m_{f_{cor}^c}) / s_{cor} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$G'_n = (m_{f_{cor}^c} - f_{cu,1}) / s_{cor} \dots\dots\dots (B.2)$$

取检出水平 α 为5%, 剔除水平 α^* 为1%, 按双侧情形检验, 检出水平 α 对应临界值为 $G_{0.975}$, 剔除水平 α^* 对应临界值为 $G_{0.995}$ 。

若 $G_n > G'_n$, 且 $G_n > G_{0.975}$, 则判断 $f_{cu,n}$ 为离群值, 否则, 判断没有离群值。

对检出的离群值 $f_{cu,n}$, 若 $G_n > G_{0.995}$, 则判断 $f_{cu,n}$ 为统计离群值, 可考虑剔除, 否则, 判断未发现统计离群值, $f_{cu,n}$ 为歧离值。

若 $G'_n > G_n$, 且 $G'_n > G_{0.975}$, 则判断 $f_{cu,1}$ 为离群值, 否则, 判断没有离群值。

对检出的离群值 $f_{cu,1}$, 若 $G'_n > G_{0.995}$, 则判断 $f_{cu,1}$ 为统计离群值, 可考虑剔除, 否则, 判断未发现统计离群值, $f_{cu,1}$ 为歧离值。

式中:

G_n 、 G'_n ——格拉布斯检验统计量;

$f_{cu,1}$ ——构件或检测批混凝土强度换算值最小值, 精确至0.01MPa;

$f_{cu,n}$ ——构件或检测批混凝土强度换算值最大值, 精确至0.01MPa;

$G_{0.975}$ 、 $G_{0.995}$ ——格拉布斯检验临界值, 按检测批测区数量由附录D查得。

若检出了一个离群值, 应用相同的检出水平和相同的规则, 对除去已检出离群值后余下的数值继续检验, 直到不能检出离群值为止。对除去已检出离群值后余下的数值, 应按本规程第9.1条重新计算强

度换算值的平均值、标准差和变异系数。检出的离群值总数不宜超过样本量的5%，若检出的离群值总数超过了这个上限，对此样本应作慎重的研究和处理。

B.2 异常数据处理

B.2.1 检出歧离值后，不得随意舍去歧离值，应尽可能寻找其技术或物理上的原因，若在技术上或物理上找到了产生它的原因，则应剔除或修正；若未找到产生它的物理上和技术上的原因，则不得剔除或进行修正。

B.2.2 为保证结构安全，建议按下列方法处理：

- a) 高端歧离值可从样本中直接剔除；
- b) 低端歧离值在有充分理由说明其异常原因时，可以剔除；
- c) 当无充分理由说明其异常原因时，在低端歧离值邻近位置重新取样复测，根据复测结果，判断是否剔除；
- d) 保留歧离值，补充检测，增加样本数后重新检验异常值；
- e) 保留歧离值，重新划分检测批后重新检测；
- f) 歧离值剔除应由主检签字认可，并应记录剔除的理由和必要的说明。

附 录 C
(规范性附录)
格拉布斯检验临界值表

表C.1 格拉布斯检验临界值表

| 测区数量 | $G_{0.975}$ | $G_{0.995}$ | 测区数量 | $G_{0.975}$ | $G_{0.995}$ | 测区数量 | $G_{0.975}$ | $G_{0.995}$ |
|------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 9 | 2.215 | 2.387 | 40 | 3.036 | 3.381 | 71 | 3.262 | 3.627 |
| 10 | 2.290 | 2.482 | 41 | 3.046 | 3.393 | 72 | 3.267 | 3.633 |
| 11 | 2.355 | 2.564 | 42 | 3.057 | 3.404 | 73 | 3.272 | 3.638 |
| 12 | 2.412 | 2.636 | 43 | 3.067 | 3.415 | 74 | 3.278 | 3.643 |
| 13 | 2.462 | 2.699 | 44 | 3.075 | 3.425 | 75 | 3.282 | 3.648 |
| 14 | 2.507 | 2.755 | 45 | 3.085 | 3.435 | 76 | 3.287 | 3.654 |
| 15 | 2.549 | 2.806 | 46 | 3.094 | 3.445 | 77 | 3.291 | 3.658 |
| 16 | 2.585 | 2.852 | 47 | 3.103 | 3.455 | 78 | 3.297 | 3.663 |
| 17 | 2.620 | 2.894 | 48 | 3.111 | 3.464 | 79 | 3.301 | 3.669 |
| 18 | 2.651 | 2.932 | 49 | 3.120 | 3.474 | 80 | 3.305 | 3.673 |
| 19 | 2.681 | 2.968 | 50 | 3.128 | 3.483 | 81 | 3.309 | 3.677 |
| 20 | 2.709 | 3.001 | 51 | 3.136 | 3.491 | 82 | 3.315 | 3.682 |
| 21 | 2.733 | 3.031 | 52 | 3.143 | 3.500 | 83 | 3.319 | 3.687 |
| 22 | 2.758 | 3.060 | 53 | 3.151 | 3.507 | 84 | 3.323 | 3.691 |
| 23 | 2.781 | 3.087 | 54 | 3.158 | 3.516 | 85 | 3.327 | 3.695 |
| 24 | 2.802 | 3.112 | 55 | 3.166 | 3.524 | 86 | 3.331 | 3.699 |
| 25 | 2.822 | 3.135 | 56 | 3.172 | 3.531 | 87 | 3.335 | 3.704 |
| 26 | 2.841 | 3.157 | 57 | 3.180 | 3.539 | 88 | 3.339 | 3.708 |
| 27 | 2.859 | 3.178 | 58 | 3.186 | 3.546 | 89 | 3.343 | 3.712 |
| 28 | 2.876 | 3.199 | 59 | 3.193 | 3.553 | 90 | 3.347 | 3.716 |
| 29 | 2.893 | 3.218 | 60 | 3.199 | 3.560 | 91 | 3.350 | 3.720 |
| 30 | 2.908 | 3.236 | 61 | 3.205 | 3.566 | 92 | 3.355 | 3.725 |
| 31 | 2.924 | 3.253 | 62 | 3.212 | 3.573 | 93 | 3.358 | 3.728 |
| 32 | 2.938 | 3.270 | 63 | 3.218 | 3.579 | 94 | 3.362 | 3.732 |
| 33 | 2.952 | 3.286 | 64 | 3.224 | 3.586 | 95 | 3.365 | 3.736 |
| 34 | 2.965 | 3.301 | 65 | 3.230 | 3.592 | 96 | 3.369 | 3.739 |
| 35 | 2.979 | 3.316 | 66 | 3.235 | 3.598 | 97 | 3.372 | 3.744 |
| 36 | 2.991 | 3.330 | 67 | 3.241 | 3.605 | 98 | 3.377 | 3.747 |
| 37 | 3.003 | 3.343 | 68 | 3.246 | 3.610 | 99 | 3.380 | 3.750 |
| 38 | 3.014 | 3.356 | 69 | 3.252 | 3.617 | 100 | 3.383 | 3.754 |
| 39 | 3.025 | 3.369 | 70 | 3.257 | 3.622 | ----- | ----- | ----- |

注：当测区数量大于100时，可按测区数量为100取值。

附 录 D
(规范性附录)

检验批样本容量与推定区间上、下限系数

在置信度为0.85，漏判概率为0.10，错判概率为0.05时，样本容量与推定区间上、下限系数的关系见下表D.1。

表D.1 样本容量与推定区间上、下限系数

| 样本容量 n | $k_l(0.05)$ | $K_u(0.1)$ | 样本容量 n | $k_l(0.05)$ | $k_u(0.1)$ |
|-----------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| 9 | 3.031 | 1.122 | 38 | 2.141 | 1.363 |
| 10 | 2.911 | 1.144 | 39 | 2.133 | 1.366 |
| 11 | 2.815 | 1.163 | 40 | 2.125 | 1.369 |
| 12 | 2.736 | 1.180 | 41 | 2.118 | 1.372 |
| 13 | 2.671 | 1.196 | 42 | 2.111 | 1.375 |
| 14 | 2.614 | 1.210 | 43 | 2.105 | 1.378 |
| 15 | 2.566 | 1.222 | 44 | 2.098 | 1.381 |
| 16 | 2.524 | 1.234 | 45 | 2.092 | 1.383 |
| 17 | 2.486 | 1.244 | 46 | 2.086 | 1.386 |
| 18 | 2.453 | 1.254 | 47 | 2.081 | 1.389 |
| 19 | 2.423 | 1.263 | 48 | 2.075 | 1.391 |
| 20 | 2.396 | 1.271 | 49 | 2.070 | 1.393 |
| 21 | 2.371 | 1.279 | 50 | 2.065 | 1.396 |
| 22 | 2.349 | 1.286 | 60 | 2.022 | 1.415 |
| 23 | 2.328 | 1.293 | 70 | 1.990 | 1.431 |
| 24 | 2.310 | 1.300 | 80 | 1.964 | 1.444 |
| 25 | 2.292 | 1.306 | 90 | 1.944 | 1.454 |
| 26 | 2.275 | 1.311 | 100 | 1.927 | 1.463 |
| 27 | 2.260 | 1.317 | 110 | 1.912 | 1.471 |
| 28 | 2.246 | 1.322 | 120 | 1.899 | 1.478 |
| 29 | 2.232 | 1.327 | 130 | 1.888 | 1.484 |
| 30 | 2.220 | 1.332 | 140 | 1.879 | 1.470 |
| 31 | 2.208 | 1.336 | 150 | 1.870 | 1.495 |
| 32 | 2.197 | 1.341 | 160 | 1.862 | 1.499 |
| 33 | 2.186 | 1.345 | 170 | 1.855 | 1.503 |
| 34 | 2.176 | 1.349 | 180 | 1.849 | 1.507 |
| 35 | 2.167 | 1.352 | 190 | 1.843 | 1.510 |
| 36 | 2.158 | 1.35605 | 200 | 1.837 | 1.514 |
| 37 | 2.149 | 1.35955 | ---- | ---- | ---- |
| 注：当芯样数量大于200时，可按芯样数量为200取值。 | | | | | |