

DB34

安 徽 省 地 方 标 准

DB 34/T 2463—2015

公路工程混凝土抗压强度检测技术规范 超声回弹综合法

Technical specification for inspecting of concrete compressive strength by
ultrasonic-rebound combined method of highway engineering

2015 - 08 - 31 发布

2015 - 09 - 30 实施

安徽省质量技术监督局 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由安徽省公路工程检测中心提出。

本标准由安徽省质量技术监督局归口。

本标准主要起草单位：安徽省公路工程检测中心。

本标准主要起草人：朱新实、徐继欣、房涛、汪远波、徐明波、吴宇、车承志、杨晓明、袁斌、张立敏、胡尚军、沙卫福、程郁、夏娟、康启兵。

公路工程混凝土抗压强度检测技术规程 超声回弹综合法

1 范围

本标准规定了采用超声回弹综合法检测公路工程混凝土抗压强度的试验方法，对检测设备、检测步骤、回弹值和声速值测量及计算、结构混凝土强度推定进行了统一规定，以保证检测精度。

本标准适用于安徽省公路工程中对抗压强度为（10~70）MPa 的混凝土结构或构件进行强度检测。本标准不适用于因冻害、化学侵蚀、火灾、高温等已造成表面疏松、剥落的混凝土的混凝土强度检测，水运工程碎石混凝土结构强度检测可参照执行。

超声回弹综合法检测混凝土强度除应符合本标准外，尚应符合国家和行业现行相关标准的规定。

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，仅所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 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 9138 回弹仪

JJG 817 回弹仪检定规程

JG/T 5004 混凝土超声波检测仪

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

检测单元

按照检测要求确定的混凝土结构的组成单元。

3.2

测区

检测结构或构件混凝土强度时确定的区域或单元。

3.3

测点

测区内的检测点。

3.4

超声回弹综合法

根据实测声速值和回弹值综合推定混凝土强度的方法。

本方法采用带波形显示器的低频超声波检测仪，并配置频率为（50~100）kHz 的换能器，测量混凝土中的超声波声速值，以及采用弹击锤冲击能量为 2.207J 的混凝土回弹仪，测量回弹值。

3.5

超声波速度

在混凝土中，超声脉冲波单位时间内的传播距离。

3.6

波幅

超声脉冲波通过混凝土被换能器接收后，由超声波检测仪显示的首波信号的幅度。

3.7

测区混凝土抗压强度换算值

根据测区混凝土中的声速代表值和回弹代表值，通过测强曲线换算所得的该测区现龄期混凝土的抗压强度值。

3.8

混凝土抗压强度推定值

根据测区混凝土抗压强度换算值推定的结构或构件中现龄期混凝土的抗压强度值。

4 方法原理

本方法分别采用超声波检测仪、回弹仪检测混凝土结构或构件声速值、回弹值，根据已确定的混凝土抗压强度值与声速值、回弹值的相关关系，推算被测结构或构件的混凝土抗压强度。

5 试验仪器

5.1 回弹仪技术要求

5.1.1 回弹仪可为数字式的，也可为指针直读式的。

5.1.2 回弹仪应具有产品合格证及计量检定证书，并应在回弹仪的明显位置上标注名称、型号、制造厂名（或商标）、出厂编号等。

5.1.3 回弹仪除应符合 GB/T 9138 的规定外，尚应符合下列规定：

- a) 水平弹击时，在弹击锤脱钩瞬间，回弹仪的标称能量应为 2.207J；
- b) 在弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间，弹击拉簧应处于自由状态，且弹击锤起跳点应位于指针指示刻度尺上的“0”处；
- c) 在洛氏硬度 HRC 为 60 ± 2 的钢砧上，回弹仪的率定值应为 80 ± 2 ；
- d) 数字式回弹仪应带有指针直读示值系统，数字显示的回弹值与指针直读示值相差不应超过 1。

5.1.4 回弹仪使用时的环境温度应为（-4~40）℃。

5.2 回弹仪检定

5.2.1 回弹仪检定周期为半年，当回弹仪具有下列情况之一时，应由法定计量检定机构按 JJG 817 进行检定：

- a) 新回弹仪启用前；
- b) 超过检定有效期限；
- c) 数字式回弹仪数字显示的回弹值与指针直读示值相差大于 1；
- d) 经保养后，在钢砧上的率定值不合格；
- e) 遭受严重撞击或其他损害；
- f) 更换主要零部件后；
- g) 尾盖调零螺丝松动或调整后。

5.2.2 回弹仪的率定试验应符合下列规定：

- a) 率定试验应在室温为 (5~35) °C 的条件下进行；
- b) 钢砧表面应干燥、清洁，并应稳固地平放在刚度大的物体上；
- c) 回弹值应取连续向下弹击三次的稳定回弹结果的平均值；
- d) 率定试验应分四个方向进行，且每个方向弹击前，弹击杆应旋转 90 度，每个方向的回弹值应为 80 ± 2 。

5.2.3 回弹仪率定试验所用的钢砧应每 2 年送授权计量检定机构检定或校准。

5.3 回弹仪保养

5.3.1 当回弹仪存在下列情况之一时，应进行保养：

- a) 回弹仪弹击超过 2000 次；
- b) 在钢砧上的率定值不合格；
- c) 对检测值有怀疑。

5.3.2 回弹仪的保养应按下列步骤进行：

- a) 先将弹击锤脱钩，取出机芯，然后卸下弹击杆，取出里面的缓冲压簧，并取出弹击锤、弹击拉簧和拉簧座；
- b) 清洁机芯各零部件，并应重点清理中心导杆、弹击锤和弹击杆的内孔及冲击面。清理后，应在中心导杆上薄薄涂抹钟表油，其他零部件不得抹油；
- c) 清理机壳内壁，卸下刻度尺，检查指针，其摩擦力应为 (0.5~0.8) N；
- d) 对于数字式回弹仪，还应按产品要求的维护程序进行维护；
- e) 保养时，不得旋转尾盖上已定位紧固的调零螺丝，不得自制或更换零部件；
- f) 按本标准第 5.2.2 条的规定进行率定。

5.3.3 回弹仪使用完毕，应使弹击杆伸出机壳，并应清除弹击杆、杆前端球面以及刻度尺表面和外壳上的污垢、尘土。回弹仪不用时，应将弹击杆压入机壳内，经弹击后应按下按钮，锁住机芯，然后装入仪器箱。仪器箱应平放在干燥阴凉处。当数字式回弹仪长期不用时，应取出电池。

5.4 超声波检测仪技术要求

5.4.1 所采用的混凝土超声波检测仪应通过技术鉴定，必须具有产品合格证和检定证。

5.4.2 用于混凝土的超声波检测仪主要为数字式，将接收的信号转化为离散数字量，具有采集、储存数字信号、测读声学参数和对数字信号处理的智能化功能。

5.4.3 所采用的超声波检测仪应符合 JG/T 5004 的要求，并在计量检定有效期内使用。

5.4.4 超声波检测仪应满足下列要求：

- a) 具有波形清晰、显示稳定的示波装置；
- b) 声时最小分度值为 0.1 μ s；

- c) 具有最小分度值为 1 dB 的信号幅度调整系统;
- d) 接收放大器频响范围 (10~500) kHz, 总增益不小于 80 dB, 接收灵敏度 (信噪比 3: 1 时) 不大于 50 μV;
- e) 电源电压波动范围在标称值 ±10% 情况下能正常工作;
- f) 连续正常工作时间不少于 4 h。

5.4.5 数字式超声波检测仪还应满足下列要求:

- a) 具有采集、储存数字信号并进行数据处理的功能;
- b) 具有手动游标测读和自动测读两种方式。当自动测读时, 在同一测试条件下, 在 1 h 内每 5 min 测读一次声时值的差异不超过 ±0.2 μs;
- c) 自动测读时, 在显示器的接收波形上, 有光标指示声时的测读位置。

5.4.6 超声波检测仪器使用时, 环境温度应为 (0~40) °C。

5.5 超声波检测仪换能器技术要求

5.5.1 换能器的工作频率宜在 (50~100) kHz 范围内。

5.5.2 换能器的实测主频与标称频率相差不应超过 ±10%。

5.6 超声波检测仪校准和保养

5.6.1 超声波检测仪的声时计量检验, 应按“时-距”法测量空气中声速实测值 v_o (附录 C), 并与按公式 (1) 计算的空气中声速计算值 v_k 相比较, 二者的相对误差不应超过 ±0.5%。

$$n_k = 331.4\sqrt{1 + 0.00367T_k} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

331.4—— 0°C 时空气中的声速值 (m/s);

v_k —— 温度为 T_k 时空气中的声速计算值 (m/s);

T_k —— 测试时空气的温度 (°C)。

5.6.2 检测时, 应根据测试需要在仪器上配置合适的换能器和高频电缆线, 并测定声时初读数 t_0 。检测过程中如更换换能器或高频电缆线, 应重新测定 t_0 。

5.6.3 超声波检测仪应定期保养。

6 检测步骤

6.1 一般规定

6.1.1 测试前应具备下列资料:

- a) 工程名称和设计、施工、建设、委托单位名称;
- b) 结构或构件名称、施工图纸和混凝土设计强度等级;
- c) 水泥的品种、强度等级和用量, 砂石的品种、粒径, 外加剂或掺合料的品种掺量和混凝土配合比等;
- d) 模板类型, 混凝土浇筑、养护情况和成型日期;

- e) 结构或构件检测原因的说明。
- 6.1.2 检测数量应符合下列规定：
- 按单个构件检测时，应在构件上均匀布置测区，每个构上测区数量不应少于 10 个；
 - 同批构件按批抽样检测时，构件抽样数不应少于同批构件的 30%，且不应少于 10 件；对一般施工质量的检测和结构性能的检测，可按照现行国家和行业标准的规定抽样。
 - 对某一方向尺寸不大于 4.5 m 且另一方向尺寸不大于 0.3 m 的构件，其测区数量可适当减少，但不应少于 5 个。
- 6.1.3 按批抽样检测时，符合下列条件的构件可作为同批构件：
- 混凝土设计强度等级相同；
 - 混凝土原材料、配合比、成型工艺、养护条件和龄期基本相同；
 - 构件种类相同；
 - 施工阶段所处状态基本相同。
- 6.1.4 构件的测区布置宜满足下列规定：
- 在条件允许时，测区宜优先布置在构件混凝土浇筑方向的侧面；
 - 测区可在构件的两个对应面、相邻面或同一面上布置；
 - 测区宜均匀布置，相邻两测区的间距不宜大于 2 m；
 - 测区应避开钢筋密集区和预埋件；
 - 测区尺寸宜为 200 mm×200 mm；采用平测时宜为 400 mm×400 mm；
 - 测试面应清洁、平整、干燥，不应有接缝、施工缝、饰面层、浮浆和油垢，并应避开蜂窝、麻面部位。必要时，可用砂轮片清除杂物和磨平不平整处，并擦净残留粉尘。
- 6.1.5 结构或构件上的测区应编号，并记录测区位置和外观质量情况。
- 6.1.6 对结构或构件的每一测区，应先进行回弹测试，后进行超声测试。
- 6.1.7 计算混凝土抗压强度换算值时，非同一测区内的回弹值和声速值不得混用。

6.2 回弹测试及回弹值计算

- 6.2.1 回弹测试时，应始终保持回弹仪的轴线垂直于混凝土测试面。宜首先选择混凝土浇筑方向的侧面进行水平方向测试。如不具备浇筑方向侧面水平测试的条件，可采用非水平状态测试，或测试混凝土浇筑的顶面或底面。回弹仪在检测前后，均应在钢砧上做率定试验，并应符合本标准第 5.1.3 条规定。
- 6.2.2 测量回弹值应在构件测区内超声波的发射和接收面各弹击 8 点；超声波单面平测时，可在超声波的发射和接收测点之间弹击 16 点。每一测点的回弹值，测读精确度至到 1。
- 6.2.3 测点在测区范围内宜均匀布置，但不得布置在气孔或外露石子上。相邻两测点的间距不宜小于 30 mm；测点距构件边缘或外露钢筋、铁件的距离不应小于 50 mm，同一测点只允许弹击一次。
- 6.2.4 测区回弹代表值应从该测区的 16 个回弹值中剔除 3 个较大值和 3 个较小值，根据其余 10 个有效回弹值按公式 (2) 计算：

$$R = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} R_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R ——测区回弹代表值，取有效测试数据的平均值，精确至 0.1；

R_i ——第 i 个测点的有效回弹值。

- 6.2.5 非水平状态下测得的回弹值，应按公式 (3) 修正：

$$R_a = R + R_{aa} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

R_a —— 修正后的测区回弹代表值;

$R_{a\alpha}$ —— 测试角度为 α 时的测区回弹修正值, 按表1 的规定采用。

表1 非水平状态下测试时的回弹修正值 $R_{a\alpha}$

R	测试角度							
	α 回弹仪向上				α 回弹仪向下			
								
	+90	+60	+45	+30	-30	-45	-60	-90
20	-6.0	-5.0	-4.0	-3.0	+2.5	+3.0	+3.5	+4.0
25	-5.5	-4.5	-3.8	-2.8	+2.3	+2.8	+3.3	+3.8
30	-5.0	-4.0	-3.5	-2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
35	-4.5	-3.8	-3.3	-2.3	+1.8	+2.3	+2.8	+3.3
40	-4.0	-3.5	-3.0	-2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
45	-3.8	-3.3	-2.8	-1.8	+1.3	+1.8	+2.3	+2.8
50	-3.5	-3.0	-2.5	-1.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5

注1: 当测试角度等于 0 时, 修正值为 0; R 小于 20 或大于 50 时, 分别按 20 或 50 查表;
注2: 表中未列数值, 可采用内插法求得, 精确至 0.1。

6.2.6 在混凝土浇筑的顶面或底面测得的回弹值, 应按公式 (4) 修正:

$$R_a = R + (R_a^t + R_a^b) \dots\dots\dots (4)$$

式中:

R_a^t —— 测量顶面时的回弹修正值, 按表2 的规定采用;

R_a^b —— 测量底面时的回弹修正值, 按表2 的规定采用。

表2 测试混凝土浇筑的顶面或底面测得的回弹值 R_a^t 、 R_a^b

R 或 R_a	测试面	
	顶面 R_a^t	底面 R_a^b
20	+2.5	-3.0
25	+2.0	-2.5
30	+1.5	-2.0
35	+1.0	-1.5
40	+0.5	-1.0
45	0	-0.5
50	0	0

注1: 在侧面测试时, 修正值为 0; R 小于 20 或大于 50 时, 分别按 20 或 50 查表;
 注2: 当先进行角度修正时, 采用修正后的回弹代表值 R_a ;
 注3: 表中未列数值, 可采用内插法求得, 精确至 0.1。

6.2.7 测试时回弹仪处于非水平状态, 同时测试面又非混凝土浇筑方向的侧面, 则应对测得的回弹值先进行角度修正, 然后对角度修正后的值再进行顶面或底面修正。

6.3 超声测试及声速值计算

6.3.1 超声测点应布置在回弹测试的同一测区内, 每一测区布置 3 个测点。超声测试宜优先采用对测或角测, 当被测构件不具备对测或角测条件时, 可采用单面平测 (附录 A)。

6.3.2 超声测试时, 换能器辐射面应通过耦合剂与混凝土测试面良好耦合。

6.3.3 声时测量应精确至 $0.1 \mu\text{s}$, 超声测距测量应精确至 1.0 mm , 且测量误差不应超过 $\pm 1\%$ 。声速计算应精确至 0.01 km/s 。

6.3.4 当在混凝土浇筑方向的侧面对测时, 测区混凝土中声速代表值应根据该测区中 3 个测点的混凝土中声速值, 按公式 (5) 计算:

$$v = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{l_i}{t_i - t_0} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- v —— 测区混凝土中声速代表值 (km/s);
- l_i —— 第 i 个测点的超声测距 (mm), 角测时测距按本规程附录A 第 A.1 节计算;
- t_i —— 第 i 个测点的声时读数 (μs);
- t_0 —— 声时初读数 (μs)。

6.3.5 当在混凝土浇筑的顶面或底面测试时, 测区声速代表值应按公式 (6) 修正:

$$v_a = \beta \cdot v \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- v_a —— 修正后的测区混凝土中声速代表值 (km/s);
- β —— 超声测试面的声速修正系数, 在混凝土浇筑的顶面和底面间对测或斜测时, $\beta = 1.034$; 在混凝土浇灌的顶面或底面平测时, 测区混凝土中声速代表值应按本规程附录A 计算和修正。

7 结构混凝土强度推定

7.1 本标准规定的强度换算方法适用于符合下列条件的普通混凝土:

- a) 混凝土用水泥应符合 GB 175 的要求;
- b) 混凝土用砂、石骨料应符合现行国家标准和行业标准的要求;
- c) 可掺或不掺矿物掺合料、外加剂、粉煤灰、泵送剂;
- d) 人工或一般机械搅拌的非泵送混凝土或泵送混凝土;
- e) 自然养护;
- f) 龄期 (7~2000) d;
- g) 混凝土强度 (10~70) MPa。

7.2 结构或构件中第 i 个测区的混凝土抗压强度换算值，可按本标准第 6.2 节和第 6.3 节的规定求得修正后的测区回弹代表值 R_{ai} 和声速代表值 V_{ai} 后，采用如下测强曲线公式 (7) 换算而得：

$$f_{cu,i}^c = 0.04576V_{ai}^{0.73055}R_{ai}^{1.52878} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$f_{cu,i}^c$ —— 结构或构件第 i 个测区的混凝土抗压强度换算值 (MPa) ；

V_{ai} —— 结构或构件第 i 个测区修正后的声速代表值 (km/s) ；

R_{ai} —— 结构或构件第 i 个测区修正后的回弹代表值；

7.3 当结构或构件中的测区数不少于 10 个时，各测区混凝土抗压强度换算值的平均值和标准差应按公式 (8~9) 计算：

$$m_{f_{cu}}^c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c \dots\dots\dots (8)$$

$$S_{f_{cu}}^c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{f_{cu}}^c)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$f_{cu,i}^c$ —— 结构或构件第 i 个测区的混凝土抗压强度换算值 (MPa) ；

$m_{f_{cu}}^c$ —— 结构或构件测区混凝土抗压强度换算值的平均值 (MPa) ，精确至 0.1 MPa；

$S_{f_{cu}}^c$ —— 结构或构件测区混凝土抗压强度换算值的标准差 (MPa) ，精确至 0.1 MPa；

n —— 测区数。对单个检测的构件，取一个构件的测区数；对批量检测的构件，取被抽检构件测区数的总和。

7.4 当结构或构件所采用的材料及其龄期与制定测强曲线所采用的材料及其龄期有较大差异时，应采用同条件立方体试件或从结构或构件测区中钻取的混凝土芯样试件的抗压强度进行修正。试件数量不应少于 4 个。此时，采用公式 (7) 计算测区混凝土抗压强度换算值应乘以下列修正系数 η 。

a) 采用同条件立方体试件修正时：

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i}^o / f_{cu,i}^c \dots\dots\dots (10)$$

b) 采用混凝土芯样试件修正时：

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_{cor,i}^o / f_{cu,i}^c) \dots\dots\dots (11)$$

式中：

η —— 修正系数，精确至小数点后两位；

$f_{cu,i}^c$ —— 对应于第 i 个立方体试件或芯样试件的混凝土抗压强度换算值 (MPa)，精确至 0.1 MPa；

$f_{cu,i}^o$ —— 第 i 个混凝土立方体 (边长 150 mm) 试件抗压强度实测值 (MPa) ，精确至 0.1 MPa；

$f_{cor,i}^o$ ——第 i 个混凝土芯样试件 ($\Phi 100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$) 试件的抗压强度实测值 (MPa), 精确至

0.1 MPa;

n ——试件数。

7.5 结构或构件混凝土抗压强度推定值 $f_{cu,e}$, 应按下列规定确定:

a) 当结构或构件的测区抗压强度换算值中出现小于 10.0 MPa 的值时, 该构件的混凝土抗压强度推定值 $f_{cu,e}$ 取小于 10.0 MPa。

b) 当结构或构件中测区少于 10 个时:

$$f_{cu,e} = f_{cu,min}^c \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$f_{cu,min}^c$ ——结构或构件最小的测区混凝土抗压强度换算值 (MPa), 精确至 0.1 MPa。

c) 当结构或构件中测区数不少于 10 个或按批量检测时:

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}^c} - 1.645s_{f_{cu}^c} \dots\dots\dots (13)$$

7.6 对按批量检测的构件, 当一批构件的测区混凝土抗压强度标准差出现下列情况之一时, 该批构件应全部按单个构件进行强度推定:

a) 一批构件的混凝土抗压强度平均值 $m_{f_{cu}^c} < 25.0 \text{ MPa}$, 标准差 $s_{f_{cu}^c} > 4.50 \text{ MPa}$;

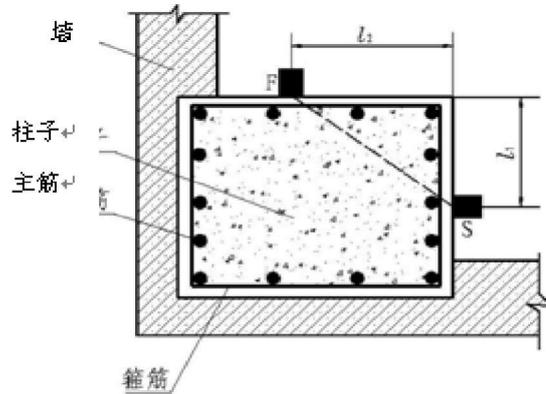
b) 一批构件的混凝土抗压强度平均值 $m_{f_{cu}^c} = 25.0 \sim 50.0 \text{ MPa}$, 标准差 $s_{f_{cu}^c} > 5.50 \text{ MPa}$;

c) 一批构件的混凝土抗压强度平均值 $m_{f_{cu}^c} > 50.0 \text{ MPa}$, 标准差 $s_{f_{cu}^c} > 6.50 \text{ MPa}$ 。

附录 A
(规范性附录)
超声波角测、平测和声速计算方法

A.1 超声波角测方法

A.1.1 当结构或构件被测部位只有两个相邻表面可供检测时，可采用角测方法测量混凝土的声速。每个测区布置 3 个测点，换能器布置如图A.1 所示。



图A.1 超声波角测示意

A.1.2 布置超声角测点时，换能器中心与构件边缘的距离 l_1 、 l_2 不宜小于 200 mm。

A.1.3 角测时超声测距应按公式 (A.1) 计算：

$$l_i = \sqrt{l_{1i}^2 + l_{2i}^2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

l_i —— 角测第 i 个测点的超声测距 (mm) ；

l_{1i} 、 l_{2i} —— 角测第 i 个测点换能器与构件边缘的距离 (mm) 。

A.1.4 角测时，混凝土中声速代表值应按公式 (A.2) 计算：

$$v = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{l_i}{t_i - t_0} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

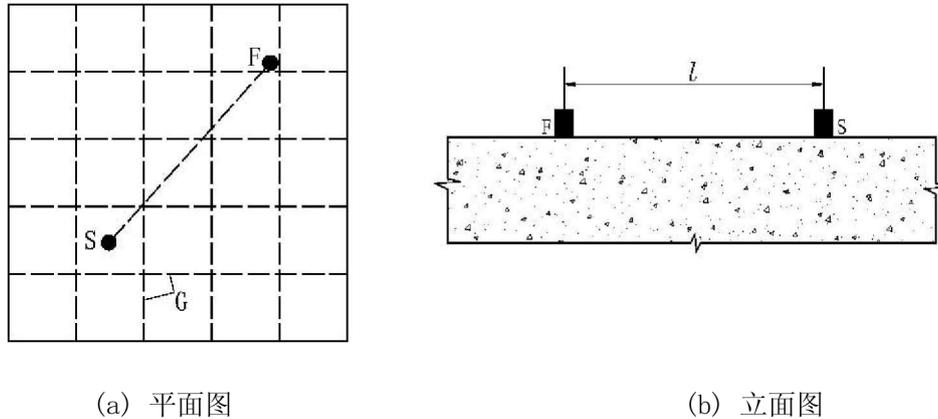
v —— 角测时混凝土中声速代表值 (km/s) ；

t_i —— 角测第 i 个测点的声时读数 (μs) ；

t_0 —— 声时初读数 (μs) 。

A.2 超声波平测方法

A.2.1 当结构或构件被测部位只有一个表面可供检测时，可采用平测方法测量混凝土中声速。每个测区布置 3 个测点。换能器布置如图B.2.1 所示。



图中：
 F —— 发射换能器；
 S —— 接收换能器；
 G —— 钢筋轴线。

图A.2 超声波平测示意

A.2.2 布置超声平测点时，宜使发射和接收换能器的连线与附近钢筋轴线成 $40^\circ \sim 50^\circ$ ，超声测距 l 宜采用 350 mm~450 mm。

A.2.3 宜采用同一构件的对测声速 v_d 与平测声速 v_p 之比求得修正系数 λ ($\lambda = v_d / v_p$)，对平测声速进行修正。

A.2.4 当被测结构或构件不具备对测与平测的对比条件时，宜选取有代表性的部位，以测距 $l=200\text{mm}$ 、250 mm、300 mm、350 mm、400 mm、450 mm、500 mm，逐点测读相应声时值 t ，用回归分析方法求出直线方程 $l=a+bt$ 。以回归系数 b 代替对测声速 v_d ，再按本规程第 A.2.3 条的规定对各平测声速进行修正。

A.2.5 平测时，修正后的混凝土中声速代表值应按公式 (A.3) 计算：

$$v_a = \frac{\lambda}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{l_i}{t_i - t_o} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

v_a —— 修正后的平测时混凝土中声速代表值 (km/s)；
 l_i —— 平测第 i 个测点的超声测距 (mm)；
 t_i —— 平测第 i 个测点的声时读数 (μs)；
 λ —— 平测声速修正系数。

A.2.6 平测声速可采用直线方程 $l=a+bt$ ，根据混凝土浇筑的顶面或底面平测数据求得，修正后的混凝土中声速代表值应按公式 (A.4) 计算：

$$v_a = \frac{\lambda \beta}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{l_i}{t_i - t_o} \dots\dots\dots (A. 4)$$

式中：

β —— 超声测试面的声速修正系数，顶面平测 $\beta=1.05$ ，底面平测 $\beta=0.95$ 。

附 录 B
(规范性附录)
测区混凝土抗压强度换算表

表B.1 测区混凝土抗压强度换算表

f_{cu}^c \ v_a	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04
18.0	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5
19.0	10.9	11.0	11.0	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2	11.3	11.3	11.4	11.4	11.4
20.0	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	12.1	12.1	12.1	12.2	12.2	12.3	12.3	12.4
21.0	12.7	12.8	12.8	12.9	12.9	13.0	13.0	13.1	13.1	13.2	13.2	13.3	13.3
22.0	13.7	13.7	13.8	13.8	13.9	13.9	14.0	14.0	14.1	14.1	14.2	14.3	14.3
23.0	14.6	14.7	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0	15.0	15.1	15.1	15.2	15.3	15.3
24.0	15.6	15.7	15.8	15.8	15.9	15.9	16.0	16.0	16.1	16.2	16.2	16.3	16.3
25.0	16.6	16.7	16.8	16.8	16.9	17.0	17.0	17.1	17.2	17.2	17.3	17.3	17.4
26.0	17.7	17.7	17.8	17.9	17.9	18.0	18.1	18.1	18.2	18.3	18.3	18.4	18.5
27.0	18.7	18.8	18.9	18.9	19.0	19.1	19.1	19.2	19.3	19.4	19.4	19.5	19.6
28.0	19.8	19.9	19.9	20.0	20.1	20.2	20.2	20.3	20.4	20.5	20.5	20.6	20.7
29.0	20.9	21.0	21.0	21.1	21.2	21.3	21.3	21.4	21.5	21.6	21.7	21.8	21.8
30.0	22.0	22.1	22.1	22.2	22.3	22.4	22.5	22.6	22.7	22.7	22.8	22.9	23.0
31.0	23.1	23.2	23.3	23.4	23.5	23.6	23.7	23.7	23.8	23.9	24.0	24.1	24.2
32.0	24.3	24.4	24.4	24.6	24.6	24.7	24.8	24.9	25.0	25.1	25.2	25.3	25.4
33.0	25.4	25.5	25.6	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	26.2	26.3	26.4	26.5	26.6
34.0	26.6	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.3	27.4	27.5	27.6	27.7	27.8
35.0	27.8	27.9	28.0	28.1	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1
36.0	29.0	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.7	29.8	29.9	30.0	30.2	30.3	30.4
37.0	30.3	30.4	30.5	30.6	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.6	31.7
38.0	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.8	32.9	33.0
39.0	32.8	33.0	33.1	33.2	33.3	33.5	33.6	33.7	33.8	34.0	34.1	34.2	34.3
40.0	34.1	34.3	34.4	34.5	34.7	34.8	34.9	35.1	35.2	35.3	35.4	35.6	35.7
41.0	35.4	35.6	35.7	35.8	36.0	36.1	36.3	36.4	36.5	36.7	36.8	36.9	37.1
42.0	36.8	36.9	37.1	37.2	37.3	37.5	37.6	37.8	37.9	38.0	38.2	38.3	38.5
43.0	38.1	38.3	38.4	38.6	38.7	38.8	39.0	39.2	39.3	39.4	39.6	39.7	39.9
44.0	39.5	39.6	39.8	39.9	40.1	40.2	40.4	40.5	40.7	40.8	41.0	41.1	41.3
45.0	40.9	41.0	41.2	41.3	41.5	41.7	41.8	42.0	42.1	42.3	42.4	42.6	42.7

表 B.1 (续)

f_{cu}^c \ v_a R_a	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04
46.0	42.3	42.4	42.6	42.7	42.9	43.1	43.2	43.4	43.6	43.7	43.9	44.0	44.2
47.0	43.7	43.8	44.0	44.2	44.3	44.5	44.7	44.8	45.0	45.2	45.3	45.5	45.7
48.0	45.1	45.3	45.5	45.6	45.8	46.0	46.1	46.3	46.5	46.7	46.8	47.0	47.2
49.0	46.6	46.7	46.9	47.1	47.3	47.4	47.6	47.8	48.0	48.2	48.3	48.5	48.7
50.0	48.0	48.2	48.4	48.6	48.7	48.9	49.1	49.3	49.5	49.7	49.9	50.0	50.2
51.0	49.5	49.7	49.9	50.1	50.3	50.4	50.6	50.8	51.0	51.2	51.4	51.6	51.7
52.0	51.0	51.2	51.4	51.6	51.8	52.0	52.1	52.4	52.5	52.7	52.9	53.1	53.3
53.0	52.5	52.7	52.9	53.1	53.3	53.5	53.7	53.9	54.1	54.3	54.5	54.7	54.9
54.0	54.0	54.2	54.4	54.6	54.8	55.0	55.2	55.4	55.7	55.9	56.1	56.3	56.5
55.0	55.5	55.8	56.0	56.2	56.4	56.6	56.8	57.0	57.2	57.4	57.7	57.9	58.1

f_{cu}^c \ v_a R_a	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30
18.0	10.6	10.6	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.9	10.9	10.9	11.0	11.0
19.0	11.5	11.5	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	11.9	12.0
20.0	12.4	12.5	12.5	12.5	12.6	12.6	12.7	12.7	12.8	12.8	12.9	12.9	12.9
21.0	13.4	13.4	13.5	13.5	13.6	13.6	13.7	13.7	13.8	13.8	13.8	13.9	14.0
22.0	14.4	14.4	14.5	14.5	14.6	14.6	14.7	14.7	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0
23.0	15.4	15.4	15.5	15.5	15.6	15.6	15.7	15.8	15.8	15.9	15.9	16.0	16.0
24.0	16.4	16.5	16.5	16.6	16.6	16.7	16.8	16.8	16.9	16.9	17.0	17.1	17.1
25.0	17.5	17.5	17.6	17.6	17.7	17.8	17.8	17.9	18.0	18.0	18.1	18.2	18.2
26.0	18.5	18.6	18.7	18.7	18.8	18.9	18.9	19.0	19.1	19.1	19.2	19.3	19.3
27.0	19.6	19.7	19.8	19.9	19.9	20.0	20.1	20.1	20.2	20.3	20.3	20.4	20.5
28.0	20.8	20.8	20.9	21.0	21.1	21.1	21.2	21.3	21.4	21.4	21.5	21.6	21.6
29.0	21.9	22.0	22.1	22.2	22.2	22.3	22.4	22.5	22.5	22.6	22.7	22.8	22.8
30.0	23.1	23.2	23.2	23.3	23.4	23.5	23.6	23.7	23.7	23.8	23.9	24.0	24.1
31.0	24.3	24.3	24.4	24.5	24.6	24.7	24.8	24.9	25.0	25.0	25.1	25.2	25.3
32.0	25.5	25.6	25.7	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	26.2	26.3	26.4	26.5	26.6
33.0	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.3	27.4	27.5	27.6	27.6	27.7	27.8
34.0	27.9	28.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1
35.0	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.7	29.8	29.9	30.1	30.2	30.3	30.4	30.5
36.0	30.5	30.6	30.7	30.8	30.9	31.0	31.1	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8
37.0	31.8	31.9	32.0	32.1	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.2

表 B.1 (续)

f_{cu}^c \ v_a R_a	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30
38.0	33.1	33.2	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	34.0	34.1	34.2	34.3	34.4	34.5
39.0	34.5	34.6	34.7	34.8	35.0	35.1	35.2	35.3	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9
40.0	35.8	36.0	36.1	36.2	36.3	36.5	36.6	36.7	36.8	37.0	37.1	37.2	37.4
41.0	37.2	37.3	37.5	37.6	37.7	37.9	38.0	38.1	38.3	38.4	38.5	38.7	38.8
42.0	38.6	38.7	38.9	39.0	39.2	39.3	39.4	39.6	39.7	39.8	40.0	40.1	40.3
43.0	40.0	40.2	40.3	40.4	40.6	40.7	40.9	41.0	41.2	41.3	41.4	41.6	41.7
44.0	41.4	41.6	41.7	41.9	42.0	42.2	42.3	42.5	42.6	42.8	42.9	43.1	43.2
45.0	42.9	43.1	43.2	43.4	43.5	43.7	43.8	44.0	44.1	44.3	44.4	44.6	44.7
46.0	44.4	44.5	44.7	44.8	45.0	45.2	45.3	45.5	45.6	45.8	46.0	46.1	46.3
47.0	45.8	46.0	46.2	46.3	46.5	46.7	46.8	47.0	47.2	47.3	47.5	47.6	47.8
48.0	47.3	47.5	47.7	47.8	48.0	48.2	48.4	48.5	48.7	48.9	49.0	49.2	49.4
49.0	48.9	49.0	49.2	49.4	49.6	49.7	49.9	50.1	50.3	50.4	50.6	50.8	50.9
50.0	50.4	50.6	50.8	50.9	51.1	51.3	51.5	51.6	51.8	52.0	52.2	52.4	52.5
51.0	51.9	52.1	52.3	52.5	52.7	52.9	53.1	53.2	53.4	53.6	53.8	54.0	54.2
52.0	53.5	53.7	53.9	54.1	54.3	54.5	54.7	54.8	55.0	55.2	55.4	55.6	55.8
53.0	55.1	55.3	55.5	55.7	55.9	56.1	56.3	56.5	56.7	56.9	57.1	57.3	57.4
54.0	56.7	56.9	57.1	57.3	57.5	57.7	57.9	58.1	58.3	58.5	58.7	58.9	59.1
55.0	58.3	58.5	58.7	58.9	59.1	59.3	59.6	59.8	60.0	60.2	60.4	60.6	60.8

f_{cu}^c \ v_a R_a	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56
18.0	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5
19.0	12.0	12.1	12.1	12.1	12.2	12.2	12.3	12.3	12.3	12.4	12.4	12.4	12.5
20.0	13.0	13.0	13.1	13.1	13.2	13.2	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.5	13.5
21.0	14.0	14.0	14.1	14.1	14.2	14.2	14.3	14.3	14.4	14.4	14.5	14.5	14.6
22.0	15.0	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	15.4	15.4	15.5	15.5	15.6	15.6
23.0	16.1	16.1	16.2	16.2	16.3	16.3	16.4	16.5	16.5	16.6	16.6	16.7	16.7
24.0	17.2	17.2	17.3	17.3	17.4	17.4	17.5	17.6	17.6	17.7	17.7	17.8	17.9
25.0	18.3	18.3	18.4	18.5	18.5	18.6	18.6	18.7	18.8	18.8	18.9	18.9	19.0
26.0	19.4	19.5	19.5	19.6	19.7	19.7	19.8	19.9	19.9	20.0	20.0	20.1	20.2
27.0	20.5	20.6	20.7	20.8	20.8	20.9	21.0	21.0	21.1	21.2	21.2	21.3	21.4
28.0	21.7	21.8	21.9	21.9	22.0	22.1	22.2	22.2	22.3	22.4	22.5	22.5	22.6
29.0	22.9	23.0	23.1	23.2	23.2	23.3	23.4	23.5	23.5	23.6	23.7	23.8	23.9

表 B.1 (续)

f_{cu}^c \ v_a R_a	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56
30.0	24.2	24.2	24.3	24.4	24.5	24.5	24.6	24.7	24.8	24.9	25.0	25.0	25.1
31.0	25.4	25.5	25.6	25.6	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	26.2	26.2	26.3	26.4
32.0	26.6	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.3	27.4	27.5	27.5	27.6	27.7
33.0	27.9	28.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1
34.0	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.7	29.8	29.9	30.0	30.1	30.2	30.3	30.4
35.0	30.6	30.7	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8
36.0	31.9	32.0	32.1	32.2	32.3	32.5	32.5	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1	33.2
37.0	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	34.0	34.1	34.2	34.3	34.4	34.5	34.6
38.0	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.4	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9	36.1
39.0	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.7	36.8	36.9	37.0	37.2	37.3	37.4	37.5
40.0	37.5	37.6	37.7	37.9	38.0	38.1	38.2	38.4	38.5	38.6	38.8	38.9	39.0
41.0	38.9	39.1	39.2	39.3	39.4	39.6	39.7	39.8	40.0	40.1	40.2	40.4	40.5
42.0	40.4	40.5	40.7	40.8	40.9	41.1	41.2	41.3	41.5	41.6	41.7	41.9	42.0
43.0	41.9	42.0	42.1	42.3	42.4	42.6	42.7	42.9	43.0	43.1	43.3	43.4	43.6
44.0	43.4	43.5	43.7	43.8	44.0	44.1	44.2	44.4	44.5	44.7	44.8	45.0	45.1
45.0	44.9	45.0	45.2	45.3	45.5	45.6	45.8	45.9	46.1	46.2	46.4	46.5	46.7
46.0	46.4	46.6	46.7	46.9	47.0	47.2	47.4	47.5	47.7	47.8	48.0	48.1	48.3
47.0	48.0	48.1	48.3	48.5	48.6	48.8	48.9	49.1	49.3	49.4	49.6	49.7	49.9
48.0	49.5	49.7	49.9	50.0	50.2	50.4	50.5	50.7	50.9	51.0	51.2	51.4	51.5
49.0	51.1	51.3	51.5	51.6	51.8	52.0	52.2	52.3	52.5	52.7	52.8	53.0	53.2
50.0	52.7	52.9	53.1	53.3	53.4	53.6	53.8	54.0	54.1	54.3	54.5	54.7	54.9
51.0	54.4	54.5	54.7	54.9	55.1	55.3	55.4	55.6	55.8	56.0	56.2	56.4	56.5
52.0	56.0	56.2	56.4	56.5	56.7	56.9	57.1	57.3	57.5	57.7	57.9	58.1	58.2
53.0	57.6	57.8	58.0	58.2	58.4	58.6	58.8	59.0	59.2	59.4	59.6	59.8	60.0
54.0	59.3	59.5	59.7	59.9	60.1	60.3	60.5	60.7	60.9	61.1	61.3	61.5	61.7
55.0	61.0	61.2	61.4	61.6	61.8	62.0	62.2	62.4	62.6	62.9	63.1	63.3	63.5

f_{cu}^c \ v_a R_a	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
18.0	11.5	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8	11.8	11.9	11.9	11.9	12.0
19.0	12.5	12.6	12.6	12.6	12.7	12.7	12.8	12.8	12.9	12.9	12.9	13.0	13.0
20.0	13.6	13.6	13.6	13.7	13.7	13.8	13.8	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0	14.1
21.0	14.6	14.6	14.7	14.8	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0	15.0	15.1	15.1	15.2

表 B.1 (续)

R_a \ f_{cu}^c \ v_a	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
22.0	15.7	15.7	15.8	15.8	15.9	15.9	16.0	16.0	16.1	16.1	16.2	16.2	16.3
23.0	16.8	16.8	16.9	17.0	17.0	17.0	17.1	17.2	17.2	17.3	17.3	17.4	17.4
24.0	17.9	18.0	18.0	18.1	18.1	18.2	18.3	18.3	18.4	18.4	18.5	18.5	18.6
25.0	19.1	19.1	19.2	19.2	19.3	19.4	19.4	19.5	19.5	19.6	19.7	19.7	19.8
26.0	20.2	20.3	20.4	20.4	20.5	20.6	20.6	20.7	20.8	20.8	20.9	20.9	21.0
27.0	21.5	21.5	21.6	21.6	21.7	21.8	21.9	21.9	22.0	22.1	22.1	22.2	22.3
28.0	22.7	22.7	22.8	22.9	23.0	23.0	23.1	23.2	23.2	23.3	23.4	23.5	23.5
29.0	23.9	24.0	24.1	24.1	24.2	24.3	24.4	24.5	24.5	24.6	24.7	24.8	24.8
30.0	25.2	25.3	25.4	25.4	25.5	25.6	25.7	25.8	25.8	25.9	26.0	26.1	26.2
31.0	26.5	26.6	26.7	26.7	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.3	27.3	27.4	27.5
32.0	27.8	27.9	28.0	28.1	28.2	28.3	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9
33.0	29.1	29.3	29.3	29.4	29.5	29.6	29.7	29.8	29.9	30.0	30.1	30.2	30.3
34.0	30.5	30.6	30.7	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7
35.0	31.9	32.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1
36.0	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9	34.0	34.2	34.2	34.4	34.5	34.6
37.0	34.7	34.8	35.0	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0
38.0	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.7	36.9	37.0	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5
39.0	37.6	37.8	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.5	38.6	38.7	38.8	39.0	39.1
40.0	39.1	39.2	39.4	39.5	39.6	39.7	39.9	40.0	40.1	40.2	40.4	40.5	40.6
41.0	40.6	40.8	40.9	41.0	41.1	41.3	41.4	41.5	41.7	41.8	41.9	42.0	42.2
42.0	42.1	42.3	42.4	42.6	42.7	42.8	43.0	43.1	43.2	43.4	43.5	43.6	43.7
43.0	43.7	43.8	44.0	44.1	44.2	44.4	44.5	44.7	44.8	44.9	45.1	45.2	45.4
44.0	45.3	45.4	45.5	45.7	45.8	46.0	46.1	46.3	46.4	46.5	46.7	46.8	47.0
45.0	46.8	47.0	47.1	47.3	47.4	47.6	47.7	47.9	48.0	48.2	48.3	48.5	48.6
46.0	48.4	48.6	48.8	48.9	49.1	49.2	49.4	49.5	49.7	49.8	50.0	50.1	50.3
47.0	50.1	50.2	50.4	50.5	50.7	50.9	51.0	51.2	51.3	51.5	51.7	51.8	52.0
48.0	51.7	51.9	52.0	52.2	52.4	52.5	52.7	52.9	53.0	53.2	53.3	53.5	53.7
49.0	53.4	53.5	53.7	53.9	54.0	54.2	54.4	54.5	54.7	54.9	55.1	55.2	55.4
50.0	55.0	55.2	55.4	55.5	55.7	55.9	56.1	56.3	56.4	56.6	56.8	56.9	57.1
51.0	56.7	56.9	57.1	57.3	57.4	57.6	57.8	58.0	58.2	58.3	58.5	58.7	58.9
52.0	58.4	58.6	58.8	59.0	59.2	59.4	59.5	59.7	59.9	60.1	60.3	60.5	60.7
53.0	60.2	60.3	60.5	60.7	60.9	61.1	61.3	61.5	61.7	61.9	62.1	62.2	62.4
54.0	61.9	62.1	62.3	62.5	62.7	62.9	63.1	63.3	63.5	63.7	63.9	64.1	64.2
55.0	63.7	63.9	64.1	64.3	64.5	64.7	64.9	65.1	65.3	65.5	65.7	65.9	66.1

表 B.1 (续)

R_a \ f_{cu}^c \ v_a	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08
18.0	12.0	12.1	12.1	12.1	12.2	12.2	12.2	12.3	12.3	12.3	12.4	12.4	12.5
19.0	13.0	13.1	13.1	13.2	13.2	13.3	13.3	13.3	13.4	13.4	13.4	13.5	13.5
20.0	14.1	14.2	14.2	14.2	14.3	14.3	14.4	14.4	14.4	14.5	14.5	14.6	14.6
21.0	15.2	15.2	15.3	15.3	15.4	15.4	15.5	15.5	15.6	15.6	15.7	15.7	15.7
22.0	16.3	16.4	16.4	16.5	16.5	16.6	16.6	16.7	16.7	16.8	16.8	16.9	16.9
23.0	17.5	17.5	17.6	17.6	17.7	17.7	17.8	17.8	17.9	18.0	18.0	18.1	18.1
24.0	18.7	18.7	18.8	18.8	18.9	18.9	19.0	19.0	19.1	19.2	19.2	19.3	19.3
25.0	19.9	19.9	20.0	20.0	20.1	20.1	20.2	20.3	20.3	20.4	20.5	20.5	20.6
26.0	21.1	21.1	21.2	21.3	21.3	21.4	21.5	21.5	21.6	21.6	21.7	21.8	21.8
27.0	22.3	22.4	22.5	22.5	22.6	22.7	22.7	22.8	22.9	22.9	23.0	23.1	23.1
28.0	23.6	23.7	23.7	23.8	23.9	24.0	24.0	24.1	24.2	24.2	24.3	24.4	24.5
29.0	24.9	25.0	25.1	25.1	25.2	25.3	25.4	25.4	25.5	25.6	25.7	25.7	25.8
30.0	26.2	26.3	26.4	26.5	26.5	26.6	26.7	26.8	26.9	26.9	27.0	27.1	27.2
31.0	27.6	27.7	27.7	27.8	27.9	28.0	28.1	28.2	28.3	28.3	28.4	28.5	28.6
32.0	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7	29.8	29.9	30.0
33.0	30.4	30.4	30.5	30.6	30.7	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5
34.0	31.8	31.9	32.0	32.1	32.2	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9
35.0	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2	34.3	34.4
36.0	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9
37.0	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	37.2	37.4	37.5
38.0	37.7	37.8	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0
39.0	39.2	39.3	39.4	39.5	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.3	40.4	40.5	40.6
40.0	40.7	40.9	41.0	41.1	41.2	41.4	41.5	41.6	41.7	41.8	42.0	42.1	42.2
41.0	42.3	42.4	42.6	42.7	42.8	42.9	43.1	43.2	43.3	43.4	43.6	43.7	43.8
42.0	43.9	44.0	44.1	44.3	44.4	44.5	44.7	44.8	44.9	45.1	45.2	45.3	45.5
43.0	45.5	45.6	45.8	45.9	46.0	46.2	46.3	46.5	46.6	46.7	46.9	47.0	47.1
44.0	47.1	47.3	47.4	47.5	47.7	47.8	48.0	48.1	48.3	48.4	48.5	48.7	48.8
45.0	48.8	48.9	49.1	49.2	49.4	49.5	49.6	49.8	49.9	50.1	50.2	50.4	50.5
46.0	50.4	50.6	50.7	50.9	51.0	51.2	51.4	51.5	51.7	51.8	52.0	52.1	52.2
47.0	52.1	52.3	52.4	52.6	52.7	52.9	53.1	53.2	53.4	53.5	53.7	53.8	54.0
48.0	53.8	54.0	54.1	54.3	54.5	54.6	54.8	55.0	55.1	55.3	55.4	55.6	55.8
49.0	55.6	55.7	55.9	56.0	56.2	56.4	56.5	56.7	56.9	57.1	57.2	57.4	57.6
50.0	57.3	57.5	57.6	57.8	58.0	58.2	58.3	58.5	58.7	58.8	59.0	59.2	59.4
51.0	59.1	59.2	59.4	59.6	59.8	59.9	60.1	60.3	60.5	60.6	60.8	61.0	61.2

表 B.1 (续)

f_{cu}^c \ v_a	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08
52.0	60.8	61.0	61.2	61.4	61.6	61.8	61.9	62.1	62.3	62.5	62.7	62.8	63.0
53.0	62.6	62.8	63.0	63.2	63.4	63.6	63.8	64.0	64.1	64.3	64.5	64.7	64.9
54.0	64.4	64.6	64.8	65.0	65.2	65.4	65.6	65.8	66.0	66.2	66.4	66.6	66.8
55.0	66.3	66.5	66.7	66.9	67.1	67.3	67.5	67.7	67.9	68.1	68.3	68.5	68.7

f_{cu}^c \ v_a	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34
18.0	12.5	12.5	12.5	12.6	12.6	12.7	12.7	12.7	12.8	12.8	12.8	12.9	12.9
19.0	13.6	13.6	13.6	13.7	13.7	13.8	13.8	13.8	13.9	13.9	13.9	14.0	14.0
20.0	14.7	14.7	14.8	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0	15.0	15.0	15.1	15.1	15.2
21.0	15.8	15.8	15.9	15.9	16.0	16.0	16.1	16.1	16.2	16.2	16.2	16.3	16.3
22.0	17.0	17.0	17.1	17.1	17.2	17.2	17.3	17.3	17.4	17.4	17.4	17.5	17.5
23.0	18.2	18.2	18.3	18.3	18.4	18.4	18.5	18.5	18.6	18.6	18.7	18.7	18.8
24.0	19.4	19.4	19.5	19.6	19.6	19.7	19.7	19.8	19.8	19.9	19.9	20.0	20.0
25.0	20.6	20.7	20.8	20.8	20.9	20.9	21.0	21.0	21.1	21.2	21.2	21.3	21.3
26.0	21.9	22.0	22.0	22.1	22.1	22.2	22.3	22.3	22.4	22.5	22.5	22.6	22.6
27.0	23.2	23.3	23.3	23.4	23.5	23.5	23.6	23.7	23.7	23.8	23.9	23.9	24.0
28.0	24.5	24.6	24.7	24.7	24.8	24.9	24.9	25.0	25.1	25.2	25.2	25.3	25.4
29.0	25.9	26.0	26.0	26.1	26.2	26.2	26.3	26.4	26.5	26.5	26.6	26.7	26.8
30.0	27.3	27.3	27.4	27.5	27.6	27.6	27.7	27.8	27.9	28.0	28.0	28.1	28.2
31.0	28.7	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.6
32.0	30.1	30.2	30.3	30.3	30.4	30.5	30.6	30.7	30.8	30.9	30.9	31.0	31.1
33.0	31.5	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.4	32.5	32.6
34.0	33.0	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9	34.0	34.0	34.1
35.0	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5	35.6	35.7
36.0	36.0	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.7	36.9	36.9	37.0	37.1	37.2
37.0	37.6	37.7	37.8	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7	38.8
38.0	39.1	39.2	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.2	40.3	40.5
39.0	40.7	40.8	40.9	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.8	41.9	42.0	42.1
40.0	42.3	42.4	42.6	42.7	42.8	42.9	43.1	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.8
41.0	43.9	44.1	44.2	44.3	44.5	44.6	44.7	44.8	45.0	45.1	45.2	45.3	45.4
42.0	45.6	45.7	45.9	46.0	46.1	46.3	46.4	46.5	46.6	46.8	46.9	47.0	47.2
43.0	47.3	47.4	47.5	47.7	47.8	47.9	48.1	48.2	48.4	48.5	48.6	48.8	48.9

表 B.1 (续)

f_{cu}^c R_a \ v_a	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34
44.0	49.0	49.1	49.2	49.4	49.5	49.7	49.8	49.9	50.1	50.2	50.3	50.5	50.6
45.0	50.7	50.8	51.0	51.1	51.2	51.4	51.5	51.7	51.8	52.0	52.1	52.3	52.4
46.0	52.4	52.5	52.7	52.8	53.0	53.2	53.3	53.5	53.6	53.8	53.9	54.0	54.2
47.0	54.1	54.3	54.5	54.6	54.8	54.9	55.1	55.2	55.4	55.5	55.7	55.9	56.0
48.0	55.9	56.1	56.3	56.4	56.6	56.7	56.9	57.0	57.2	57.4	57.5	57.7	57.8
49.0	57.7	57.9	58.1	58.2	58.4	58.5	58.7	58.9	59.0	59.2	59.4	59.5	59.7
50.0	59.5	59.7	59.9	60.0	60.2	60.4	60.6	60.7	60.9	61.1	61.2	61.4	61.6
51.0	61.4	61.5	61.7	61.9	62.1	62.2	62.4	62.6	62.8	62.9	63.1	63.3	63.5
52.0	63.2	63.4	63.6	63.7	63.9	64.1	64.3	64.5	64.6	64.8	65.0	65.2	65.4
53.0	65.1	65.3	65.4	65.6	65.8	66.0	66.2	66.4	66.6	66.7	66.9	67.1	67.3
54.0	67.0	67.1	67.3	67.5	67.7	67.9	68.1	68.3	68.5	68.7	68.9	69.1	69.2
55.0	68.9	69.1	69.3	69.5	69.7	69.9	--	--	--	--	--	--	--

注1: 表内未列数值可采用内插法求得, 精确至 0.1 MPa;

注2: 表中 v_a (km/s) 为修正后的测区声速代表值, R_a 为修正后的测区回弹代表值;

注3: 采用对测和角测时, 表中 v_a 用 v 代替; 当在侧面水平回弹时, 表中 R_a 用 R 代替;

注4: f_{cu}^c 为测区混凝土抗压强度换算值, 也可按公式 (7) 计算, 单位 MPa。

附 录 C
(规范性附录)
用实测空气声速法校准超声仪

C.1 空气中声速的测试

测试步骤如下:

取常用平面换能器一对, 接于超声波仪器上。开机预热 10 min。在空气中将两个换能器的辐射面对准, 依次改变两个换能器辐射面之间的距离 l (如 50 mm, 75 mm, 100 mm, 125 mm, 150 mm, 175 mm, 200 mm, 225 mm, 250 mm……), 在保持首波幅度一致的条件下, 读取各间距所对应的声时值 t_1 、 t_2 、 t_3 、…… t_{n0} 同时测量空间温度, 精确至 0.5℃。

测量时应注意下列事项:

- a) 两个换能器辐射面的轴线始终保持在同一直线上;
- b) 换能器辐射面间距的测量误差应不超过 $\pm 1\%$, 且测量精度为 0.5 mm;
- c) 换能器辐射面宜悬空相对放置。若置于地板或桌面上, 必须在换能器下面垫以吸声材料。

C.2 实测空气中声速

可采用下列方法计算:

以各测点的测距和对应的声时求回归直线方程 $l=a+bt$ 。

回归系数 b 便是空气中声速实测值 v_o 。

C.3 空气中声速计算值

可按公式 (1) 求得。

C.4 误差计算

空气中声速计算值 v_k 与空气中声速实测值 v_o 之间的相对误差 e_r , 可按公式 (C.1) 计算:

$$e_r = (v_k - v_o) / v_k \times 100\% \dots\dots\dots (C.1)$$

按公式 (C.1) 计算所得的值 e_r 不应超过 $\pm 0.5\%$ 。否则, 应检查仪器各部位的连接后重测, 或更换超声波检测仪。

附录 D
(资料性附录)

超声回弹综合法检测混凝土抗压强度记录表

表D.1 超声回弹综合法检测混凝土抗压强度记录表

工程名称: _____ 构件名称: _____
 施工单位: _____ 监理单位: _____
 检测依据: _____ 检测日期: _____
 检测环境: _____ 检测地点: _____
 混凝土类型及等级: _____ 浇筑日期: _____
 回弹仪及编号: _____ 率定值: _____
 超声仪及编号: _____ 换能器: _____ kHz, t_0 _____
 回弹测试面: _____ 测试角度: _____
 超声测试方法: 对测(侧, 顶, 底); 平测(侧, 顶, 底); 角测: _____

构件编号	测区	测点回弹值								测区回弹代表值 R	测点测距 l_i / 声时 t_i			测区声速代表值 v	备注
		R_i									1	2	3		
		1	2	3	4	5	6	7	8						
	1														
	2														
	3														
	4														
	5														
	6														
	7														
	8														
	9														
	10														

检测:

校验: