

江苏省工程建设标准

DGJ

J12208—2012

DGJ32/TJ 144—2012

**超声回弹综合法检测混凝土抗压强度
技术规程**

**Technical specification for inspecting of
concrete compressive strength by
ultrasonic-rebound combines method**

2012-11-19 发布

2013-03-01 实施

统一书号: 155345 · 407

定 价: 32.00 元

江苏省住房和城乡建设厅 审定 发布

江苏省工程建设标准

超声回弹综合法检测混凝土抗压强度
技术规程

Technical specification for inspecting of concrete
compressive strength by ultrasonic-rebound combines method

DGJ32/TJ 144—2012

主编单位：江苏省建筑科学研究院有限公司

批准部门：江苏省住房和城乡建设厅

施行日期：2013年3月1日

江苏科学技术出版社

2013 南京

江苏省住房和城乡建设厅

公 告

第 202 号

关于发布江苏省工程建设标准《超声回弹综合法检测混凝土抗压强度技术规程》的公告

现批准《超声回弹综合法检测混凝土抗压强度技术规程》为江苏省工程建设标准，编号为 DGJ32/TJ 144—2012，自 2013 年 3 月 1 日起实施。

该规程由江苏省工程建设标准站组织出版、发行。

江苏省住房和城乡建设厅

2012 年 11 月 19 日

江苏省工程建设标准

超声回弹综合法检测混凝土抗压强度技术规程

Technical specification for inspecting of concrete

compressive strength by ultrasonic-rebound combines method

DGJ32/TJ 144—2012

主 编 江苏省建筑科学研究院有限公司

责任编辑 宋 平 刘屹立

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司

江苏科学技术出版社

出版社地址 南京市湖南路 1 号 A 楼，邮编：210009

出版社网址 <http://www.pspress.cn>

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 江苏省科学技术情报研究所印刷厂

开 本 850 mm×1168 mm 1/32

印 张 3.25

字 数 68000

版 次 2013 年 1 月第 1 版

印 次 2013 年 1 月第 1 次印刷

统一书号 155345·407

定 价 32.00 元

图书如有印装质量问题，可随时寄印刷厂调换。

前 言

根据江苏省住房和城乡建设厅《关于印发〈江苏省 2005 年度工程建设地方标准编制、修订计划〉的通知》(苏建科 [2005] 274 号), 编制组在参考国家有关标准和规范的基础上, 结合江苏省的具体情况及试验研究成果, 并广泛征求相关单位和专家意见, 编制了本规程。

本规程共 7 章, 主要内容包括: 1 总则; 2 术语和符号; 3 回弹仪; 4 混凝土超声波检测仪; 5 检测技术; 6 数据计算; 7 混凝土强度推定; 附录 A~附录 G。

本规程由江苏省住房和城乡建设厅负责管理, 由江苏省建筑科学研究院有限公司负责技术内容的解释。各单位在执行过程中若有修改意见或建议, 请反馈至江苏省工程建设标准站(地址: 南京市江东北路 287 号银城广场 B 座 4 楼; 邮政编码: 210036)。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 江苏省建筑科学研究院有限公司

参 编 单 位: 江苏科永和工程建设质量检测鉴定中心有限公司
南京市轨道交通建设工程质量安全监督站
江苏省住房和城乡建设厅科技发展中心
无锡市建筑工程质量检测中心
徐州市建设工程质量监督站
昆山市建设工程质量检测中心
南通市建筑工程质量检测中心
连云港市建设工程质量检测中心有限公司
扬州市建设工程造价管理站
东南大学
南京工业大学

江苏双龙集团有限公司
江苏省交通工程建设局
宿迁市建设工程质量安全监督站
江苏建研建设工程质量安全鉴定有限公司
山东省乐陵市回弹仪厂

主要起草人: 顾瑞南 韩放 石平府 韩文星 顾颖
刘晓静 沈东 张森 洪鑫 陈波
吕国平 周红 徐明 王滋军 朱春银
刘朝晖 王迪 徐士耿 唐理 姜景
王枫 杨苏杭 张伟 王明堂 张鑫
主要审查人: 罗骐先 崔士起 李延和 金孝权 俞伟根

目次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 回弹仪	5
3.1 技术要求	5
3.2 检定	5
3.3 保养	6
4 混凝土超声波检测仪	8
4.1 一般规定	8
4.2 换能器技术要求	9
4.3 校准和保养	9
5 检测技术	10
5.1 一般规定	10
5.2 回弹值检测	11
5.3 超声检测	12
5.4 碳化深度值检测	12
6 数据计算	14
6.1 回弹值计算	14
6.2 声速值计算	16
6.3 碳化深度值计算	16
7 混凝土强度推定	18
附录 A 建立超声回弹综合法地区、专用混凝土测强曲线 的基本要求	21
附录 B 超声波角测、平测和声速计算方法	23

附录 C 测区混凝土抗压强度换算表	25
附录 D 用实测空气声速法校准超声仪	68
附录 E 检测报告	69
附录 F 超声回弹综合法检测记录表	70
附录 G 结构混凝土抗压强度计算表	72
本规程用词说明	73
条文说明	75

1 总 则

1.0.1 为了适应江苏地区采用超声回弹综合法检测结构混凝土抗压强度的要求,保证检测工作的规范和检测精度的要求,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于龄期为 14~1800d、强度为 10~60MPa 的结构混凝土抗压强度(简称混凝土强度)检测,但不适用于因冻害、化学侵蚀、火灾等造成表面疏松、剥落的结构混凝土强度检测。

1.0.3 当对结构混凝土强度有疑义或有检测需要时,可采用本规程的方法进行检测或推定,并作为混凝土结构处理的依据之一。

1.0.4 超声回弹综合法检测混凝土强度除了应符合本规程外,尚应符合国家现行相关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 超声回弹综合法 ultrasonic-rebound combined method

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 50~100kHz 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。

2.1.2 超声波速度 velocity of ultrasonic wave

在混凝土中，超声脉冲波单位时间内的传播距离。

2.1.3 波幅 amplitude of wave

超声脉冲波通过混凝土被换能器接收后，由超声波检测仪器显示的首波信号的幅度。

2.1.4 测区 detecting region

结构或构件混凝土强度检测确定的检测区域。

2.1.5 测点 detecting point

测区内的检测点。

2.1.6 测区混凝土抗压强度换算值 conversion value for the compression strength of concrete in detecting region

根据测区混凝土中的声速代表值、回弹代表值和碳化代表值，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。

2.1.7 混凝土抗压强度推定值 inferable value for compression strength of concrete

相应于强度换算值总体分布中保证率不低于 95% 的构件中的混凝土强度值。

2.2 符号

- $f_{cu,i}^c$ —— 结构或构件第 i 个测区的混凝土抗压强度换算值；
 $f_{cu,e}$ —— 结构或构件混凝土抗压强度推定值；
 $f_{cu,min}^c$ —— 结构或构件测区混凝土抗压强度换算值的最小值；
 m_{cu}^c —— 结构或构件测区混凝土强度换算值的平均值；
 s_{cu}^c —— 结构或构件测区混凝土抗压强度换算值的标准差；
 R_i —— 第 i 个测点的有效回弹值；
 R —— 测区回弹代表值；
 R_a —— 修正后的测区回弹代表值；
 R_{a0} —— 非水平状态检测时回弹值的修正值；
 R_a^1, R_a^2 —— 测量混凝土浇筑顶面或底面时的测区回弹修正值；
 $R_{a,i}$ —— 第 i 个测区修正后的回弹代表值；
 d_i —— 第 i 次测量的碳化深度值；
 d_m —— 测区的平均碳化深度值；
 $d_{m,i}$ —— 第 i 个测区的平均碳化深度值；
 l_i —— 第 i 个测点的超声测距；
 T_k —— 空气的摄氏温度；
 t_i —— 第 i 个测点的声时读数；
 t_0 —— 声时初读数；
 v —— 测区混凝土中声速代表值；
 v_a —— 修正后的测区混凝土中声速代表值；
 $v_{a,i}$ —— 第 i 个测区修正后的声速代表值；
 v_k —— 空气中声速计算值；
 v_0 —— 空气中声速实测值；
 α —— 回弹仪测试角度；
 β —— 超声测试面的声速修正系数；

- m_{cor}^c —— 修正用的混凝土芯样($\phi 100\text{mm} \times 100\text{mm}$)试件的抗压强度实测平均值;
- $m_{cu,j}^c$ —— 修正试件对应的测区混凝土抗压强度换算值的平均值;
- $f_{cu,ia}^c$ —— 用芯样试件修正后的结构或构件混凝土抗压强度换算值;
- Δ_f —— 局部修正量;
- λ —— 平测声速修正系数。

3 回弹仪

3.1 技术要求

3.1.1 回弹仪应具有产品质量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。

3.1.2 回弹仪除应符合《回弹仪》GB/T 9138 的规定外,还应符合下列规定:

1 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。

2 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示刻度尺上的“0”处。

3 在洛氏硬度 HRC 为 60 ± 2 的钢砧上,回弹仪的率定值应为 80 ± 2 。

4 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。

3.1.3 回弹仪使用时的环境温度应为 $-4 \sim 40^\circ\text{C}$ 。

3.2 检定

3.2.1 回弹仪遇有下列情况之一时,应由法定计量检定机构按《回弹仪检定规程》JJG 817 进行检定:

1 新回弹仪启用前。

2 超过检定有效期限(半年)。

3 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。

4 弹击拉簧、拉簧座、弹击杆、缓冲压簧、中心导杆，导向法兰、弹击锤、指针轴、指针片、指针块、挂钩及调零螺丝等主要零件之一经更换后。

5 经常规保养后的钢砧率定值不合格。

6 遭受严重撞击或其他损害。

3.2.2 若回弹仪率定值洛氏硬度 HRC 不在 80 ± 2 范围内，应按本规程第 3.3.2 条的要求对回弹仪进行常规保养，然后再进行率定。若再次率定仍达不到要求，则应送检定单位检定。当出现下列情况之一时，回弹仪应在钢砧上进行率定试验：

1 回弹仪当天使用前及使用后。

2 当测试过程中对回弹仪性能有怀疑时。

3.2.3 回弹仪的率定试验应符合下列规定：

1 率定试验应在室温为 $5 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行。

2 钢砧表面应干燥、清洁，并应稳固地平放在刚度大的物体上。

3 回弹值应取连续向下弹击三次的稳定回弹结果的平均值。

4 率定试验应分四个方向进行，且每个方向在弹击前应将弹击杆旋转 90° ，每个方向的回弹平均值洛氏硬度 HRC 均应为 80 ± 2 。

3.2.4 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。

3.3 保 养

3.3.1 当回弹仪出现下列情况之一时应进行常规保养：

1 弹击超过 2000 次。

2 对测试值有怀疑时。

3 率定试验值不合要求。

3.3.2 常规保养应符合下列要求：

1 使弹击锤脱钩后，取出机芯，然后卸下弹击杆、缓冲压簧，弹击锤（连同弹击拉簧和拉簧座）、刻度尺、指针轴和指针。

2 用清洗剂清洗机芯的中心导杆、弹击拉簧、拉簧座、弹击杆及其内孔、缓冲压簧、弹击锤及其内孔和冲击面、指针块及其内孔、指针片、指针轴、刻度尺、卡环以及机壳的内壁和指针导槽等。经过清洁后的零部件，除中心导杆薄薄地抹上一层钟表油外，其他部件均不得抹油。

3 应保持弹击拉簧前端钩入拉簧座的原孔位。

4 不得旋转尾部盖上已定位紧固的调零螺丝。

5 不得自制更换零部件。

6 保养后，应按本规程第 3.2.3 条的要求进行率定试验。

3.3.3 回弹仪每次使用完毕后应及时保养，使弹击杆伸出机壳，清除弹击杆（包括其前端球面）以及刻度尺表面和外壳上的污垢、尘土。

3.3.4 回弹仪不用时应将弹击杆压入机壳内。弹击后，应使弹击锤脱钩，按下按钮，锁住机芯，将回弹仪装入套筒内，储存在干燥阴凉处。

4 混凝土超声波检测仪

4.1 一般规定

- 4.1.1 混凝土超声波检测仪包括模拟型和数字型，产品必须具有质量合格证及检定或校准证书。
- 4.1.2 所采用的超声波检测仪应符合《混凝土超声波检测仪》JG/T 5004 的要求，并在检定或校准有效期内使用。
- 4.1.3 超声波检测仪应满足下列要求：
- 1 具有波形清晰、显示稳定的示波装置。
 - 2 声时最小分度值为 $0.1\mu\text{s}$ 。
 - 3 具有最小分度值为 1dB 的信号幅度调整系统。
 - 4 接收放大器频响范围为 $10\sim 500\text{kHz}$ ，总增益不小于 80dB，接收灵敏度（信噪比 3:1 时）不大于 $50\mu\text{V}$ 。
 - 5 电源电压波动在标称值 $\pm 10\%$ 的范围内能正常工作；
 - 6 连续正常工作时间不少于 4h。
- 4.1.4 模拟型超声波检测仪还应满足下列要求：
- 1 具有手动游标和自动整形两种声时测读功能。
 - 2 数字显示稳定，声时调节在 $20\sim 30\mu\text{s}$ 范围内，连续静置 1h 数字变化不超过 $\pm 0.2\mu\text{s}$ 。
- 4.1.5 数字型超声波检测仪还应满足下列要求：
- 1 具有采集、储存数字信号并进行数据处理的功能。
 - 2 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 1h 内每 5min 测读一次声时值的差异不超过 $\pm 0.2\mu\text{s}$ 。
 - 3 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。

- 4.1.6 超声波检测仪使用时，环境温度应为 $0\sim 40^\circ\text{C}$ 。

4.2 换能器技术要求

- 4.2.1 换能器的工作频率宜在 $50\sim 100\text{kHz}$ 范围内。
- 4.2.2 换能器的实测主频与标称频率相差不应超过 $\pm 10\%$ 。

4.3 校准和保养

- 4.3.1 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_0 （本规程附录 D），并与按下式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 $\pm 0.5\%$ 。

$$v_k = 331.4 \sqrt{1 + 0.00367T_k} \quad (4.3.1)$$

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 ($^\circ\text{C}$)。

- 4.3.2 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 。
- 4.3.3 超声波检测仪应定期保养，注意防尘、防震，放置在阴凉干燥的环境。对较长时间不用的仪器，应定期通电，排除潮气。

5 检测技术

5.1 一般规定

5.1.1 检测混凝土强度的结构或构件应具有下列资料:

- 1 工程名称,设计、施工、建设、监理单位名称,混凝土生产厂家。
- 2 结构或构件名称、数量及混凝土强度设计等级。
- 3 水泥安定性,外加剂、掺合料品种,混凝土配合比等。
- 4 模板类型、成型日期、混凝土浇筑及养护情况等。
- 5 必要的设计图纸、施工记录和相关验收资料。
- 6 检测原因资料。

5.1.2 检测数量应符合下列规定:

- 1 按单个构件检测时,应在构件上均匀布置测区,每个构件上测区数量不应少于10个。
- 2 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《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的规定执行。

3 对某一方向尺寸不大于4.5m且另一方向尺寸不大于0.3m的构件,其测区数量可适当减少,但不应少于5个。

5.1.3 按批抽样检测时,符合下列条件的构件可作为同批构件:

- 1 混凝土设计强度等级相同。
- 2 混凝土原材料、配合比、成型工艺、养护条件和龄期基本相同。
- 3 构件种类相同。

4 施工阶段所处状态基本相同。

5.1.4 构件的测区布置宜满足下列规定:

1 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。

2 测区在构件的两个对称面上布置。若条件不允许,也可在相邻面或同一面上布置。

3 测区宜均匀布置,相邻两测区的间距不宜大于2m;测区离构件端部或施工缝边缘的距离不宜大于0.5m,且不宜小于0.2m。

4 测区应避免钢筋密集区和预埋件。

5 测区尺寸宜为200mm×200mm;采用平测时,宜为400mm×400mm。

6 测区表面应清洁、平整、干燥,不应有接缝、施工缝、饰面层、饰面、浮浆和油垢,并应避免蜂窝、麻面部位。必要时,可用砂轮片清除杂物、磨平不平整处,并擦净残留粉尘。

5.1.5 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。

5.1.6 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,最后进行碳化测试。

5.1.7 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。

5.2 回弹值检测

5.2.1 检测回弹值时,应保持回弹仪的轴线垂直于混凝土测试面。宜选择混凝土浇筑方向的侧面进行水平方向的检测。若不具备浇筑方向侧面水平检测的条件,可采用非水平状态检测,或检测混凝土浇筑的顶面或底面。

5.2.2 测量回弹值应在构件测区内超声波的发射和接受面各弹击 8 点；超声波单面平测时，可在超声波的发射和接受测点之间弹击 16 点。每一测点的回弹值测读精确至 1。

5.2.3 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 30mm；测点距构件边缘或外露钢筋、铁件的距离不应小于 50mm，同一测点只允许弹击一次。

5.3 超声检测

5.3.1 超声测点应布置在回弹检测的同一测区内，每一测区布置 3 个测点，且各点发射和接收换能器的轴线应在同一直线位置上。超声检测宜优先采用对测；若被测构件不具备对测条件，可采用角测或单面平测（本规程附录 B）。

5.3.2 超声检测时，换能器辐射面应通过耦合剂与混凝土测试面良好耦合。

5.3.3 声时测量应精确至 $0.1\mu\text{s}$ ，超声测距测量应精确至 1.0mm，且测量误差不应超过 $\pm 1\%$ 。

5.4 碳化深度值检测

5.4.1 超声检测后，应在有代表性的位置上测量碳化深度值，测点数不应少于该构件测区数的 30%，且不应少于 3 个，并取其平均值作为该构件的碳化深度值，精确至 0.5mm。当碳化深度值极差大于 2.0mm 时，应在每一测区分别测量碳化深度值。

5.4.2 测量碳化深度值时，用合适的工具在测区表面形成直径约 15mm 的孔洞，其深度应大于 6mm；应除净孔洞中的粉末和碎屑，不得用水清洗，用浓度为 1%~2% 的酚酞酒精溶液滴在

孔洞内壁的边缘处，再用碳化深度测量仪测量已碳化和未碳化混凝土交界面到混凝土表面的垂直距离，不应少于 3 次，取其平均值作为该测点的碳化深度值；每次读数精确至 0.25mm，平均值精确至 0.5mm。

6 数据计算

6.1 回弹值计算

6.1.1 当回弹仪水平方向测试混凝土浇筑侧面时,应从测区的16个回弹值中分别剔除3个最大值和3个最小值,然后将余下的10个回弹值按下式计算测区回弹代表值:

$$R = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} R_i \quad (6.1.1)$$

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。

6.1.2 当回弹仪非水平方向测试混凝土浇筑侧面时,应根据回弹仪轴线与水平线之间的角度 α ,将测得的数据参照本规程第6.1.1条规定的计算方法求出测区回弹代表值 R ,再按下式换算为水平方向测试时的测区回弹代表值:

$$R_a = R + R_m \quad (6.1.2)$$

式中 R_a ——修正后的测区回弹代表值,精确至0.1;

R_m ——应按表6.1.2查出的不同测试角度 α 的回弹值修正值,精确至0.1。

6.1.3 沿水平方向在混凝土浇筑的顶面或底面测得的回弹值应按下式修正:

$$R_a = R + (R_1^a + R_2^a) \quad (6.1.3)$$

式中 R_1^a, R_2^a ——应按表6.1.3查出的混凝土浇筑顶面、底面回弹值的修正值,精确至0.1。

表 6.1.2 不同测试角度的回弹值修正值 R_m

测试角度 R	回弹仪向上				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;当 R 小于20或大于50时,分别按20或50查表。

2 表中未列数值可采用内插法求得,精确至0.1。

表 6.1.3 不同浇筑面的回弹值修正值 R_1^a, R_2^a

测试面 R 或 R_a	顶面 R_1^a	底面 R_2^a
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 当测试角度等于0时,修正值为0;当 R 小于20或大于50时,分别按20或50查表。

2 当先进行角度修正时,采用修正后的回弹代表值 R_a 。

3 表中未列数值可采用内插法求得,精确至0.1。

6.1.4 若测试时仪器即非水平方向而测区又非混凝土的浇筑侧面,则应对回弹值先进行角度修正,再进行浇筑面修正。

6.2 声速值计算

6.2.1 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下式计算:

$$v = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{l_i}{t_i - t_0} \quad (6.2.1)$$

式中 v ——测区混凝土中声速代表值 (km/s),应精确至 0.01km/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 B 第 B.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)。

6.2.2 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下式修正:

$$v_a = \beta \cdot v \quad (6.2.2)$$

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对测或斜测时, β 取 1.034;在混凝土浇筑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 B 第 B.2 节计算和修正。

6.3 碳化深度值计算

6.3.1 测区的平均碳化深度值按下式计算:

$$d_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (6.3.1)$$

式中 d_m ——测区的平均碳化深度值 (mm),计算至 0.5mm;

d_i ——第 i 次测量的碳化深度值 (mm);

n ——测区的碳化深度测量次数。

6.3.2 若按式 (6.3.1) 计算出的测区平均碳化深度值 d_m 大于 6mm,则平均碳化深度值 d_m 按 6mm 计算。

7 混凝土强度推定

7.0.1 按本规程第 6.1~6.3 节的规定求得修正后的测区回弹代表值 $R_{a,i}$ 、修正后的声速代表值 $v_{a,i}$ 和平均碳化深度值 $d_{m,i}$ 后,再按照本规程测强曲线换算,可得到结构或构件中第 i 个测区的混凝土抗压强度换算值。

7.0.2 测区混凝土抗压强度换算值应按下列公式计算:

$$f_{cu,i}^c = 0.01569 v_{a,i}^{1.3038} R_{a,i}^{1.5913} 10^{-0.0056 d_{m,i}} \quad (7.0.2)$$

式中 $f_{cu,i}^c$ ——第 i 个测区强度换算值 (MPa), 计算至 0.1MPa;

$v_{a,i}$ ——第 i 个测区修正后的声速代表值 (km/s);

$R_{a,i}$ ——第 i 个测区修正后的回弹代表值;

$d_{m,i}$ ——第 i 个测区平均碳化深度值 (mm)。

7.0.3 地区测强曲线应按本规程附录 A 的规定制定,并经工程建设主管部门组织审定和批准后实施。专用测强曲线的抗压强度相对误差 e_r 应符合下列规定:

1 专用测强曲线相对误差 e_r 不大于 10%。

2 地区测强曲线相对误差 e_r 不大于 12%。

7.0.4 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下式计算:

$$m_{cu}^c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c \quad (7.0.4-1)$$

$$s_{cu}^c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n (m_{cu}^c)^2}{n-1}} \quad (7.0.4-2)$$

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_{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 0.1MPa;

s_{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 0.01MPa;

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。

7.0.5 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 6 个。此时:

$$f_{cu,ia}^c = f_{cu,i}^c + \Delta_f \quad (7.0.5-1)$$

$$\Delta_f = m_{cu}^{e_{cu,i}} - m_{cu,i}^c \quad (7.0.5-2)$$

式中 $f_{cu,ia}^c$ ——修正前混凝土抗压强度换算值 (MPa), 精确至 0.1MPa;

$m_{cu}^{e_{cu,i}}$ ——修正用的混凝土芯样 ($\phi 100\text{mm} \times 100\text{mm}$) 试件的抗压强度实测平均值 (MPa), 精确至 0.1MPa;

$m_{cu,i}^c$ ——修正试件对应的测区混凝土抗压强度换算值的平均值 (MPa), 精确至 0.1MPa;

$f_{cu,ia}^c$ ——用芯样试件修正后的结构或构件混凝土抗压强度换算值 (MPa), 精确至 0.1MPa;

Δ_f ——局部修正量 (MPa), 精确至 0.1MPa。

7.0.6 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:

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

2 当结构或构件中测区少于 10 个时:

$$f_{cu,e} = f_{cu,min}^c \quad (7.0.6-1)$$

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

3 当结构或构件中测区数不少于 10 个或按批量检测时:

$$f_{cu,e} = m_{fcu}^c - 1.645s_{fcu}^c \quad (7.0.6-2)$$

7.0.7 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:

1 一批构件的混凝土抗压强度平均值 m_{fcu}^c 小于 25.0MPa, 标准差 S_{fcu}^c 大于 4.50MPa。

2 一批构件的混凝土抗压强度平均值 m_{fcu}^c 不小于 25.0MPa 且不大于 60.0MPa, 标准差 S_{fcu}^c 大于 5.50MPa。

附录 A 建立超声回弹综合法地区、专用混凝土测强曲线的基本要求

A.0.1 采用中型回弹仪, 并应符合本规程第 3.1 节的要求。

A.0.2 采用低频超声波检测仪, 并应符合本规程第 4 章的要求。

A.0.3 混凝土用水泥应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175 的要求, 混凝土用砂、石应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的要求。

A.0.4 选用本地区常用水泥、粗骨料、细骨料, 按最佳配合比制作混凝土强度等级为 C10~C60、边长为 150mm 的立方体试件。

A.0.5 试件试验应按下列步骤进行:

1 分别按龄期为 7d、14d、28d、60d、90d、180d 和 365d 等进行立方体试件强度试验。

2 每一龄期的每组试件由 3 个 (或 6 个) 试件组成。

3 每种混凝土强度等级的试件数不应少于 30 个, 并宜在同一天内用同条件的混凝土成型。

4 试件采用振动台成型, 成型后第二天拆模。

5 若系自然养护, 应将试件移至不直接受日晒雨淋处, 按品字形堆放, 盖上草袋, 并浇水养护。若用蒸气养护, 则试件静停时间和养护条件应与构件相同。

A.0.6 试件回弹值应按下列规定进行测试:

1 回弹值测量应选用不同于声时测量的另一相对侧面。将试件油污擦净, 放置在压力机上下承压级之间, 加压至 60~80kN, 并在此压力下, 在试件相对测试面上按本规程 5.2.2 条的规定各测 8 点回弹值, 剔除 3 个最大和 3 个最小值, 将余下 10 个回弹值的平均值作为该试件的回弹值, 计算精确至 0.1。

2 测量超声声速值时,量取对测测距 l_1 、 l_2 、 l_3 ,测量对测声时 t_1 、 t_2 、 t_3 ,并以测距平均值 l_i 和声时平均值 t_i 计算声速代表值:

$$v = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{l_i}{t_i - t_0} \quad (\text{A.0.6})$$

式中 v ——试件混凝土声速代表值 (km/s), 精确至 0.01km/s;

l_i ——第 i 个测点的超声测距 (mm), 精确至 1mm;

t_i ——第 i 个测点混凝土中声时读数 (μs), 精确至 0.1 μs ;

t_0 ——声时初读数 (μs)。

3 回弹值超声声速值测量完毕、当进行抗压强度试验时,将回弹测试面放置在压力机承压板正中,按《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定以每秒 $(6 \pm 4)\text{kN}$ 的速度连续均匀加荷至破坏,计算抗压强度实测值 f_{cu} , 精确至 0.1MPa。

A.0.7 测强曲线回归分析时,应将各试件测试所得的碳化值 d 、回弹值 R 、超声声速值 v 及试件抗压强度值 f_{cu} 汇总,进行多元回归分析和误差分析。

A.0.8 选择回归分析相关系数和相对标准差优良的校正曲线作为地区、专用测强曲线,需经相关主管部门审定和批准后,方可实施使用。

附录 B 超声波角测、平测和声速计算方法

B.1 超声波角测方法

B.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 B.1.1 所示。

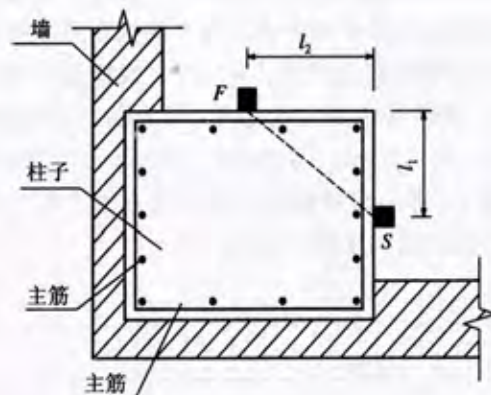


图 B.1.1 超声波角测时的换能器布置示意

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

B.1.3 角测时,超声测距应按下式计算:

$$l_i = \sqrt{l_{1i}^2 + l_{2i}^2} \quad (\text{B.1.3})$$

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)。

B. 1. 4 角测时, 混凝土中声速代表值应按下式计算:

$$v = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{l_i}{t_i - t_0} \quad (\text{B. 1. 4})$$

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)。

B. 2 超声波平测方法

B. 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的声速。每个测区布置一排超声波测点 (回弹 16 个测点布置在超声测点附近), 换能器布置如图 B. 2. 1 所示, 以两个换能器边距 l 分别取 100mm、150mm、200mm、250mm、300mm、350mm、400mm、450mm、500mm 等逐点测读相应声时值 t , 再用回归分析方法求出直线方程 $l = a + bt$ 。回归系数 b 即为该测区的平测声速 v_p 。

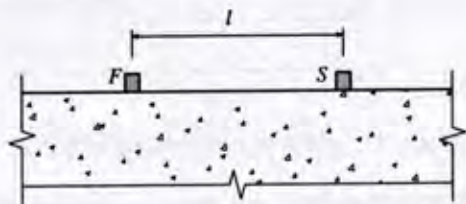


图 B. 2. 1 超声波平测时两个换能器边距 l 示意
F——发射换能器; S——接收换能器

B. 2. 2 布置超声平测测点时, 为了避免钢筋的影响, 宜使发射和接收换能器的连线与附近钢筋轴线成 $40^\circ \sim 50^\circ$ 夹角。

B. 2. 3 对平测声速进行修正宜选取有代表性的部位, 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 $\lambda (\lambda = v_d/v_p)$ 。

B. 2. 4 单面平测时的测区混凝土中声速代表值 v_d 为 λv_p 。

附录 C 测区混凝土抗压强度换算表

表 C. 0. 1 测区平均碳化深度 $d_m = 0\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.6	
16.0	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.5	11.1	
16.5	—	—	—	—	—	—	—	10.5	11.1	11.7	
17.0	—	—	—	—	—	—	10.4	11.0	11.6	12.2	
17.5	—	—	—	—	—	10.3	10.9	11.5	12.2	12.8	
18.0	—	—	—	—	10.1	10.8	11.4	12.1	12.7	13.4	
18.5	—	—	—	—	10.6	11.2	11.9	12.6	13.3	14.0	
19.0	—	—	—	10.4	11.0	11.7	12.4	13.1	13.9	14.6	
19.5	—	—	10.1	10.8	11.5	12.2	13.0	13.7	14.4	15.2	
20.0	—	—	10.5	11.2	12.0	12.7	13.5	14.3	15.0	15.8	
20.5	—	10.2	10.9	11.7	12.5	13.2	14.0	14.8	15.6	16.5	
21.0	—	10.6	11.4	12.2	12.9	13.8	14.6	15.4	16.3	17.1	
21.5	10.2	11.0	11.8	12.6	13.4	14.3	15.1	16.0	16.9	17.8	
22.0	10.6	11.4	12.2	13.1	13.9	14.8	15.7	16.6	17.5	18.4	
22.5	11.0	11.8	12.7	13.6	14.5	15.4	16.3	17.2	18.1	19.1	
23.0	11.4	12.2	13.1	14.0	15.0	15.9	16.9	17.8	18.8	19.8	
23.5	11.8	12.7	13.6	14.5	15.5	16.5	17.4	18.4	19.4	20.5	
24.0	12.2	13.1	14.1	15.0	16.0	17.0	18.0	19.1	20.1	21.2	
24.5	12.6	13.5	14.5	15.5	16.5	17.6	18.6	19.7	20.8	21.9	

续表 C.0.1

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
25.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.1	18.2	19.2	20.3	21.5	22.6
25.5	13.4	14.4	15.5	16.6	17.6	18.7	19.9	21.0	22.1	23.3
26.0	13.8	14.9	16.0	17.1	18.2	19.3	20.5	21.7	22.8	24.0
26.5	14.2	15.3	16.5	17.6	18.8	19.9	21.1	22.3	23.5	24.8
27.0	14.7	15.8	17.0	18.1	19.3	20.5	21.7	23.0	24.2	25.5
27.5	15.1	16.3	17.5	18.7	19.9	21.1	22.4	23.7	25.0	26.3
28.0	15.5	16.7	18.0	19.2	20.5	21.7	23.0	24.4	25.7	27.0
28.5	16.0	17.2	18.5	19.8	21.1	22.4	23.7	25.1	26.4	27.8
29.0	16.4	17.7	19.0	20.3	21.6	23.0	24.4	25.8	27.2	28.6
29.5	16.9	18.2	19.5	20.9	22.2	23.6	25.0	26.5	27.9	29.4
30.0	17.3	18.7	20.0	21.4	22.8	24.3	25.7	27.2	28.7	30.2
30.5	17.8	19.2	20.6	22.0	23.5	24.9	26.4	27.9	29.4	31.0
31.0	18.3	19.7	21.1	22.6	24.1	25.6	27.1	28.6	30.2	31.8
31.5	18.7	20.2	21.7	23.2	24.7	26.2	27.8	29.4	31.0	32.6
32.0	19.2	20.7	22.2	23.8	25.3	26.9	28.5	30.1	31.8	33.4
32.5	19.7	21.2	22.8	24.3	25.9	27.6	29.2	30.9	32.6	34.3
33.0	20.2	21.7	23.3	24.9	26.6	28.2	29.9	31.6	33.4	35.1
33.5	20.7	22.3	23.9	25.6	27.2	28.9	30.7	32.4	34.2	36.0
34.0	21.2	22.8	24.5	26.2	27.9	29.6	31.4	33.2	35.0	36.8
34.5	21.7	23.3	25.0	26.8	28.5	30.3	32.1	34.0	35.8	37.7
35.0	22.2	23.9	25.6	27.4	29.2	31.0	32.9	34.7	36.6	38.6
35.5	22.7	24.4	26.2	28.0	29.9	31.7	33.6	35.5	37.5	39.4
36.0	23.2	25.0	26.8	28.7	30.5	32.4	34.4	36.3	38.3	40.3

续表 C.0.1

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
36.5	23.7	25.5	27.4	29.3	31.2	33.2	35.1	37.1	39.2	41.2
37.0	24.2	26.1	28.0	29.9	31.9	33.9	35.9	38.0	40.0	42.1
37.5	24.7	26.6	28.6	30.6	32.6	34.6	36.7	38.8	40.9	43.0
38.0	25.3	27.2	29.2	31.2	33.3	35.4	37.5	39.6	41.8	44.0
38.5	25.8	27.8	29.8	31.9	34.0	36.1	38.3	40.4	42.6	44.9
39.0	26.3	28.4	30.4	32.5	34.7	36.8	39.0	41.3	43.5	45.8
39.5	26.9	28.9	31.1	33.2	35.4	37.6	39.8	42.1	44.4	46.8
40.0	27.4	29.5	31.7	33.9	36.1	38.4	40.7	43.0	45.3	47.7
40.5	28.0	30.1	32.3	34.6	36.8	39.1	41.5	43.8	46.2	48.7
41.0	28.5	30.7	33.0	35.2	37.6	39.9	42.3	44.7	47.1	49.6
41.5	29.1	31.3	33.6	35.9	38.3	40.7	43.1	45.6	48.1	50.6
42.0	29.6	31.9	34.2	36.6	39.0	41.5	43.9	46.4	49.0	51.5
42.5	30.2	32.5	34.9	37.3	39.8	42.2	44.8	47.3	49.9	52.5
43.0	30.8	33.1	35.6	38.0	40.5	43.0	45.6	48.2	50.8	53.5
43.5	31.3	33.7	36.2	38.7	41.3	43.8	46.5	49.1	51.8	54.5
44.0	31.9	34.4	36.9	39.4	42.0	44.6	47.3	50.0	52.7	55.5
44.5	32.5	35.0	37.5	40.1	42.8	45.5	48.2	50.9	53.7	56.5
45.0	33.1	35.6	38.2	40.9	43.5	46.3	49.0	51.8	54.7	57.5
45.5	33.6	36.3	38.9	41.6	44.3	47.1	49.9	52.7	55.6	58.6
46.0	34.2	36.9	39.6	42.3	45.1	47.9	50.8	53.7	56.6	59.6
46.5	34.8	37.5	40.3	43.1	45.9	48.7	51.7	54.6	57.6	—
47.0	35.4	38.2	41.0	43.8	46.7	49.6	52.5	55.5	58.6	—
47.5	36.0	38.8	41.7	44.5	47.5	50.4	53.4	56.5	59.6	—

续表 C.0.1

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
48.0	36.6	39.5	42.4	45.3	48.3	51.3	54.3	57.4	—	—	
48.5	37.2	40.1	43.1	46.0	49.1	52.1	55.2	58.4	—	—	
49.0	37.9	40.8	43.8	46.8	49.9	53.0	56.1	59.4	—	—	
49.5	38.5	41.5	44.5	47.6	50.7	53.8	57.1	—	—	—	
50.0	39.1	42.1	45.2	48.3	51.5	54.7	58.0	—	—	—	

表 C.0.2 测区平均碳化深度 $d_m=0.5\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.5	
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.5	11.0	
16.5	—	—	—	—	—	—	—	10.4	11.0	11.6	
17.0	—	—	—	—	—	—	10.3	10.9	11.5	12.1	
17.5	—	—	—	—	—	10.2	10.8	11.5	12.1	12.7	
18.0	—	—	—	—	10.1	10.7	11.3	12.0	12.6	13.3	
18.5	—	—	—	—	10.5	11.2	11.8	12.5	13.2	13.9	
19.0	—	—	—	10.3	11.0	11.7	12.4	13.1	13.8	14.5	
19.5	—	—	10.0	10.7	11.4	12.2	12.9	13.6	14.4	15.1	
20.0	—	—	10.4	11.2	11.9	12.6	13.4	14.2	14.9	15.7	
20.5	—	10.1	10.9	11.6	12.4	13.2	13.9	14.7	15.5	16.4	
21.0	—	10.5	11.3	12.1	12.9	13.7	14.5	15.3	16.2	17.0	
21.5	10.1	10.9	11.7	12.5	13.4	14.2	15.0	15.9	16.8	17.6	

续表 C.0.2

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
22.0	10.5	11.3	12.2	13.0	13.9	14.7	15.6	16.5	17.4	18.3	
22.5	10.9	11.7	12.6	13.5	14.4	15.3	16.2	17.1	18.0	19.0	
23.0	11.3	12.2	13.1	14.0	14.9	15.8	16.7	17.7	18.7	19.6	
23.5	11.7	12.6	13.5	14.4	15.4	16.4	17.3	18.3	19.3	20.3	
24.0	12.1	13.0	14.0	14.9	15.9	16.9	17.9	18.9	20.0	21.0	
24.5	12.5	13.4	14.4	15.4	16.4	17.5	18.5	19.6	20.6	21.7	
25.0	12.9	13.9	14.9	15.9	17.0	18.0	19.1	20.2	21.3	22.4	
25.5	13.3	14.3	15.4	16.4	17.5	18.6	19.7	20.9	22.0	23.2	
26.0	13.7	14.8	15.9	17.0	18.1	19.2	20.4	21.5	22.7	23.9	
26.5	14.1	15.2	16.4	17.5	18.6	19.8	21.0	22.2	23.4	24.6	
27.0	14.6	15.7	16.8	18.0	19.2	20.4	21.6	22.8	24.1	25.4	
27.5	15.0	16.2	17.3	18.5	19.8	21.0	22.3	23.5	24.8	26.1	
28.0	15.4	16.6	17.8	19.1	20.3	21.6	22.9	24.2	25.5	26.9	
28.5	15.9	17.1	18.4	19.6	20.9	22.2	23.6	24.9	26.3	27.6	
29.0	16.3	17.6	18.9	20.2	21.5	22.8	24.2	25.6	27.0	28.4	
29.5	16.8	18.1	19.4	20.7	22.1	23.5	24.9	26.3	27.7	29.2	
30.0	17.2	18.6	19.9	21.3	22.7	24.1	25.6	27.0	28.5	30.0	
30.5	17.7	19.1	20.5	21.9	23.3	24.8	26.2	27.7	29.2	30.8	
31.0	18.2	19.6	21.0	22.4	23.9	25.4	26.9	28.5	30.0	31.6	
31.5	18.6	20.1	21.5	23.0	24.5	26.1	27.6	29.2	30.8	32.4	
32.0	19.1	20.6	22.1	23.6	25.2	26.7	28.3	29.9	31.6	33.2	
32.5	19.6	21.1	22.6	24.2	25.8	27.4	29.0	30.7	32.4	34.1	
33.0	20.1	21.6	23.2	24.8	26.4	28.1	29.7	31.4	33.2	34.9	

续表 C.0.2

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
33.5	20.5	22.1	23.7	25.4	27.1	28.7	30.5	32.2	34.0	35.7	
34.0	21.0	22.7	24.3	26.0	27.7	29.4	31.2	33.0	34.8	36.6	
34.5	21.5	23.2	24.9	26.6	28.3	30.1	31.9	33.7	35.6	37.5	
35.0	22.0	23.7	25.5	27.2	29.0	30.8	32.7	34.5	36.4	38.3	
35.5	22.5	24.3	26.0	27.8	29.7	31.5	33.4	35.3	37.2	39.2	
36.0	23.0	24.8	26.6	28.5	30.3	32.2	34.2	36.1	38.1	40.1	
36.5	23.5	25.4	27.2	29.1	31.0	32.9	34.9	36.9	38.9	41.0	
37.0	24.1	25.9	27.8	29.7	31.7	33.7	35.7	37.7	39.8	41.9	
37.5	24.6	26.5	28.4	30.4	32.4	34.4	36.4	38.5	40.6	42.8	
38.0	25.1	27.0	29.0	31.0	33.1	35.1	37.2	39.3	41.5	43.7	
38.5	25.6	27.6	29.6	31.7	33.8	35.9	38.0	40.2	42.4	44.6	
39.0	26.2	28.2	30.2	32.3	34.5	36.6	38.8	41.0	43.3	45.5	
39.5	26.7	28.8	30.9	33.0	35.2	37.4	39.6	41.8	44.1	46.5	
40.0	27.2	29.3	31.5	33.7	35.9	38.1	40.4	42.7	45.0	47.4	
40.5	27.8	29.9	32.1	34.3	36.6	38.9	41.2	43.5	45.9	48.3	
41.0	28.3	30.5	32.7	35.0	37.3	39.6	42.0	44.4	46.8	49.3	
41.5	28.9	31.1	33.4	35.7	38.0	40.4	42.8	45.3	47.7	50.3	
42.0	29.4	31.7	34.0	36.4	38.8	41.2	43.7	46.1	48.7	51.2	
42.5	30.0	32.3	34.7	37.1	39.5	42.0	44.5	47.0	49.6	52.2	
43.0	30.6	32.9	35.3	37.8	40.2	42.8	45.3	47.9	50.5	53.2	
43.5	31.1	33.5	36.0	38.5	41.0	43.6	46.2	48.8	51.5	54.2	
44.0	31.7	34.1	36.6	39.2	41.7	44.4	47.0	49.7	52.4	55.2	
44.5	32.3	34.8	37.3	39.9	42.5	45.2	47.9	50.6	53.4	56.2	

续表 C.0.2

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
45.0	32.8	35.4	38.0	40.6	43.3	46.0	48.7	51.5	54.3	57.2	
45.5	33.4	36.0	38.6	41.3	44.0	46.8	49.6	52.4	55.3	58.2	
46.0	34.0	36.7	39.3	42.0	44.8	47.6	50.5	53.3	56.2	59.2	
46.5	34.6	37.3	40.0	42.8	45.6	48.4	51.3	54.3	57.2	—	
47.0	35.2	37.9	40.7	43.5	46.4	49.3	52.2	55.2	58.2	—	
47.5	35.8	38.6	41.4	44.2	47.2	50.1	53.1	56.1	59.2	—	
48.0	36.4	39.2	42.1	45.0	47.9	50.9	54.0	57.1	—	—	
48.5	37.0	39.9	42.8	45.7	48.7	51.8	54.9	58.0	—	—	
49.0	37.6	40.5	43.5	46.5	49.5	52.6	55.8	59.0	—	—	
49.5	38.2	41.2	44.2	47.3	50.4	53.5	56.7	59.9	—	—	
50.0	38.8	41.9	44.9	48.0	51.2	54.4	57.6	—	—	—	

表 C.0.3 测区平均碳化深度 $d_m = 1\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.4	
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.4	11.0	
16.5	—	—	—	—	—	—	—	10.4	10.9	11.5	
17.0	—	—	—	—	—	—	10.3	10.9	11.5	12.1	
17.5	—	—	—	—	—	10.2	10.8	11.4	12.0	12.6	
18.0	—	—	—	—	10.0	10.6	11.3	11.9	12.6	13.2	
18.5	—	—	—	—	10.4	11.1	11.8	12.4	13.1	13.8	

续表 C.0.3

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
19.0	—	—	—	10.2	10.9	11.6	12.3	13.0	13.7	14.4
19.5	—	—	10.0	10.7	11.4	12.1	12.8	13.5	14.3	15.0
20.0	—	—	10.4	11.1	11.8	12.6	13.3	14.1	14.8	15.6
20.5	—	10.1	10.8	11.5	12.3	13.1	13.9	14.6	15.4	16.3
21.0	—	10.5	11.2	12.0	12.8	13.6	14.4	15.2	16.0	16.9
21.5	10.1	10.9	11.6	12.5	13.3	14.1	14.9	15.8	16.7	17.5
22.0	10.5	11.3	12.1	12.9	13.8	14.6	15.5	16.4	17.3	18.2
22.5	10.8	11.7	12.5	13.4	14.3	15.2	16.1	17.0	17.9	18.8
23.0	11.2	12.1	13.0	13.9	14.8	15.7	16.6	17.6	18.5	19.5
23.5	11.6	12.5	13.4	14.3	15.3	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2
24.0	12.0	12.9	13.9	14.8	15.8	16.8	17.8	18.8	19.8	20.9
24.5	12.4	13.4	14.3	15.3	16.3	17.4	18.4	19.4	20.5	21.6
25.0	12.8	13.8	14.8	15.8	16.9	17.9	19.0	20.1	21.2	22.3
25.5	13.2	14.2	15.3	16.3	17.4	18.5	19.6	20.7	21.9	23.0
26.0	13.6	14.7	15.8	16.9	18.0	19.1	20.2	21.4	22.5	23.7
26.5	14.1	15.1	16.2	17.4	18.5	19.7	20.8	22.0	23.2	24.5
27.0	14.5	15.6	16.7	17.9	19.1	20.3	21.5	22.7	23.9	25.2
27.5	14.9	16.1	17.2	18.4	19.6	20.9	22.1	23.4	24.6	25.9
28.0	15.3	16.5	17.7	19.0	20.2	21.5	22.8	24.0	25.4	26.7
28.5	15.8	17.0	18.2	19.5	20.8	22.1	23.4	24.7	26.1	27.5
29.0	16.2	17.5	18.8	20.0	21.4	22.7	24.1	25.4	26.8	28.2
29.5	16.7	18.0	19.3	20.6	22.0	23.3	24.7	26.1	27.6	29.0
30.0	17.1	18.4	19.8	21.2	22.6	24.0	25.4	26.8	28.3	29.8

续表 C.0.3

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
30.5	17.6	18.9	20.3	21.7	23.2	24.6	26.1	27.6	29.1	30.6
31.0	18.0	19.4	20.9	22.3	23.8	25.2	26.8	28.3	29.8	31.4
31.5	18.5	19.9	21.4	22.9	24.4	25.9	27.4	29.0	30.6	32.2
32.0	19.0	20.4	21.9	23.4	25.0	26.6	28.1	29.7	31.4	33.0
32.5	19.4	21.0	22.5	24.0	25.6	27.2	28.8	30.5	32.2	33.8
33.0	19.9	21.5	23.0	24.6	26.2	27.9	29.5	31.2	32.9	34.7
33.5	20.4	22.0	23.6	25.2	26.9	28.6	30.3	32.0	33.7	35.5
34.0	20.9	22.5	24.2	25.8	27.5	29.2	31.0	32.8	34.5	36.4
34.5	21.4	23.0	24.7	26.4	28.2	29.9	31.7	33.5	35.4	37.2
35.0	21.9	23.6	25.3	27.0	28.8	30.6	32.4	34.3	36.2	38.1
35.5	22.4	24.1	25.9	27.7	29.5	31.3	33.2	35.1	37.0	38.9
36.0	22.9	24.7	26.5	28.3	30.1	32.0	33.9	35.9	37.8	39.8
36.5	23.4	25.2	27.0	28.9	30.8	32.7	34.7	36.7	38.7	40.7
37.0	23.9	25.8	27.6	29.5	31.5	33.5	35.4	37.5	39.5	41.6
37.5	24.4	26.3	28.2	30.2	32.2	34.2	36.2	38.3	40.4	42.5
38.0	24.9	26.9	28.8	30.8	32.8	34.9	37.0	39.1	41.2	43.4
38.5	25.5	27.4	29.4	31.5	33.5	35.6	37.8	39.9	42.1	44.3
39.0	26.0	28.0	30.0	32.1	34.2	36.4	38.5	40.7	43.0	45.2
39.5	26.5	28.6	30.7	32.8	34.9	37.1	39.3	41.6	43.9	46.2
40.0	27.1	29.2	31.3	33.4	35.6	37.9	40.1	42.4	44.7	47.1
40.5	27.6	29.7	31.9	34.1	36.4	38.6	40.9	43.3	45.6	48.0
41.0	28.1	30.3	32.5	34.8	37.1	39.4	41.7	44.1	46.5	49.0
41.5	28.7	30.9	33.2	35.5	37.8	40.2	42.6	45.0	47.4	49.9

续表 C.0.3

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_s (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
42.0	29.2	31.5	33.8	36.1	38.5	40.9	43.4	45.8	48.4	50.9	
42.5	29.8	32.1	34.5	36.8	39.3	41.7	44.2	46.7	49.3	51.9	
43.0	30.4	32.7	35.1	37.5	40.0	42.5	45.0	47.6	50.2	52.8	
43.5	30.9	33.3	35.7	38.2	40.7	43.3	45.9	48.5	51.1	53.8	
44.0	31.5	33.9	36.4	38.9	41.5	44.1	46.7	49.4	52.1	54.8	
44.5	32.1	34.5	37.1	39.6	42.2	44.9	47.6	50.3	53.0	55.8	
45.0	32.6	35.2	37.7	40.3	43.0	45.7	48.4	51.2	54.0	56.8	
45.5	33.2	35.8	38.4	41.1	43.8	46.5	49.3	52.1	54.9	57.8	
46.0	33.8	36.4	39.1	41.8	44.5	47.3	50.1	53.0	55.9	58.8	
46.5	34.4	37.0	39.8	42.5	45.3	48.1	51.0	53.9	56.9	59.8	
47.0	35.0	37.7	40.4	43.2	46.1	49.0	51.9	54.8	57.8	—	
47.5	35.6	38.3	41.1	44.0	46.9	49.8	52.8	55.8	58.8	—	
48.0	36.2	39.0	41.8	44.7	47.6	50.6	53.6	56.7	59.8	—	
48.5	36.8	39.6	42.5	45.4	48.4	51.5	54.5	57.6	—	—	
49.0	37.4	40.3	43.2	46.2	49.2	52.3	55.4	58.6	—	—	
49.5	38.0	40.9	43.9	46.9	50.0	53.2	56.3	59.5	—	—	
50.0	38.6	41.6	44.6	47.7	50.8	54.0	57.2	—	—	—	

表 C.0.4 测区平均碳化深度 $d_m=1.5\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_s (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.3

续表 C.0.4

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_s (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.3	10.9
16.5	—	—	—	—	—	—	—	—	10.3	10.9	11.4
17.0	—	—	—	—	—	—	—	10.2	10.8	11.4	12.0
17.5	—	—	—	—	—	10.1	10.7	11.3	11.9	12.6	
18.0	—	—	—	—	—	10.6	11.2	11.8	12.5	13.1	
18.5	—	—	—	—	10.4	11.0	11.7	12.4	13.0	13.7	
19.0	—	—	—	10.2	10.8	11.5	12.2	12.9	13.6	14.3	
19.5	—	—	—	10.6	11.3	12.0	12.7	13.4	14.2	14.9	
20.0	—	—	10.3	11.0	11.8	12.5	13.2	14.0	14.8	15.5	
20.5	—	10.0	10.7	11.5	12.2	13.0	13.8	14.5	15.3	16.1	
21.0	—	10.4	11.1	11.9	12.7	13.5	14.3	15.1	15.9	16.8	
21.5	10.0	10.8	11.6	12.4	13.2	14.0	14.8	15.7	16.6	17.4	
22.0	10.4	11.2	12.0	12.8	13.7	14.5	15.4	16.3	17.2	18.1	
22.5	10.8	11.6	12.4	13.3	14.2	15.1	16.0	16.9	17.8	18.7	
23.0	11.1	12.0	12.9	13.8	14.7	15.6	16.5	17.5	18.4	19.4	
23.5	11.5	12.4	13.3	14.3	15.2	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1	
24.0	11.9	12.8	13.8	14.7	15.7	16.7	17.7	18.7	19.7	20.8	
24.5	12.3	13.3	14.2	15.2	16.2	17.2	18.3	19.3	20.4	21.4	
25.0	12.7	13.7	14.7	15.7	16.8	17.8	18.9	20.0	21.0	22.1	
25.5	13.1	14.2	15.2	16.2	17.3	18.4	19.5	20.6	21.7	22.9	
26.0	13.5	14.6	15.7	16.7	17.8	19.0	20.1	21.2	22.4	23.6	
26.5	14.0	15.0	16.1	17.3	18.4	19.5	20.7	21.9	23.1	24.3	
27.0	14.4	15.5	16.6	17.8	18.9	20.1	21.3	22.6	23.8	25.0	

续表 C.0.4

修正后的测区 回弹代表值 R_s	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
27.5	14.8	16.0	17.1	18.3	19.5	20.7	22.0	23.2	24.5	25.8
28.0	15.2	16.4	17.6	18.8	20.1	21.3	22.6	23.9	25.2	26.5
28.5	15.7	16.9	18.1	19.4	20.6	21.9	23.2	24.6	25.9	27.3
29.0	16.1	17.4	18.6	19.9	21.2	22.6	23.9	25.3	26.6	28.0
29.5	16.6	17.8	19.1	20.5	21.8	23.2	24.6	26.0	27.4	28.8
30.0	17.0	18.3	19.7	21.0	22.4	23.8	25.2	26.7	28.1	29.6
30.5	17.5	18.8	20.2	21.6	23.0	24.4	25.9	27.4	28.9	30.4
31.0	17.9	19.3	20.7	22.2	23.6	25.1	26.6	28.1	29.6	31.2
31.5	18.4	19.8	21.3	22.7	24.2	25.7	27.3	28.8	30.4	32.0
32.0	18.8	20.3	21.8	23.3	24.8	26.4	28.0	29.6	31.2	32.8
32.5	19.3	20.8	22.3	23.9	25.4	27.0	28.7	30.3	31.9	33.6
33.0	19.8	21.3	22.9	24.5	26.1	27.7	29.4	31.0	32.7	34.4
33.5	20.3	21.8	23.4	25.1	26.7	28.4	30.1	31.8	33.5	35.3
34.0	20.8	22.4	24.0	25.7	27.3	29.1	30.8	32.5	34.3	36.1
34.5	21.2	22.9	24.6	26.3	28.0	29.7	31.5	33.3	35.1	37.0
35.0	21.7	23.4	25.1	26.9	28.6	30.4	32.2	34.1	35.9	37.8
35.5	22.2	24.0	25.7	27.5	29.3	31.1	33.0	34.9	36.8	38.7
36.0	22.7	24.5	26.3	28.1	29.9	31.8	33.7	35.6	37.6	39.6
36.5	23.2	25.0	26.9	28.7	30.6	32.5	34.5	36.4	38.4	40.4
37.0	23.7	25.6	27.5	29.4	31.3	33.2	35.2	37.2	39.3	41.3
37.5	24.3	26.1	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.1	42.2
38.0	24.8	26.7	28.6	30.6	32.6	34.7	36.7	38.8	41.0	43.1
38.5	25.3	27.3	29.2	31.3	33.3	35.4	37.5	39.7	41.8	44.0

续表 C.0.4

修正后的测区 回弹代表值 R_s	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
39.0	25.8	27.8	29.9	31.9	34.0	36.1	38.3	40.5	42.7	44.9
39.5	26.4	28.4	30.5	32.6	34.7	36.9	39.1	41.3	43.6	45.9
40.0	26.9	29.0	31.1	33.2	35.4	37.6	39.9	42.1	44.5	46.8
40.5	27.4	29.5	31.7	33.9	36.1	38.4	40.7	43.0	45.3	47.7
41.0	28.0	30.1	32.3	34.6	36.8	39.1	41.5	43.8	46.2	48.7
41.5	28.5	30.7	33.0	35.2	37.6	39.9	42.3	44.7	47.1	49.6
42.0	29.1	31.3	33.6	35.9	38.3	40.7	43.1	45.6	48.0	50.6
42.5	29.6	31.9	34.2	36.6	39.0	41.4	43.9	46.4	49.0	51.5
43.0	30.2	32.5	34.9	37.3	39.7	42.2	44.7	47.3	49.9	52.5
43.5	30.7	33.1	35.5	38.0	40.5	43.0	45.6	48.2	50.8	53.5
44.0	31.3	33.7	36.2	38.7	41.2	43.8	46.4	49.1	51.7	54.4
44.5	31.9	34.3	36.8	39.4	42.0	44.6	47.2	49.9	52.7	55.4
45.0	32.4	34.9	37.5	40.1	42.7	45.4	48.1	50.8	53.6	56.4
45.5	33.0	35.6	38.2	40.8	43.5	46.2	48.9	51.7	54.6	57.4
46.0	33.6	36.2	38.8	41.5	44.2	47.0	49.8	52.6	55.5	58.4
46.5	34.2	36.8	39.5	42.2	45.0	47.8	50.7	53.6	56.5	59.5
47.0	34.8	37.4	40.2	43.0	45.8	48.6	51.5	54.5	57.5	—
47.5	35.3	38.1	40.9	43.7	46.6	49.5	52.4	55.4	58.4	—
48.0	35.9	38.7	41.5	44.4	47.3	50.3	53.3	56.3	59.4	—
48.5	36.5	39.4	42.2	45.2	48.1	51.1	54.2	57.3	—	—
49.0	37.1	40.0	42.9	45.9	48.9	52.0	55.1	58.2	—	—
49.5	37.7	40.7	43.6	46.6	49.7	52.8	56.0	59.2	—	—
50.0	38.3	41.3	44.3	47.4	50.5	53.7	56.9	—	—	—

表 C.0.5 测区平均碳化深度 $d_m = 2\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.3
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.3	10.8
16.5	—	—	—	—	—	—	—	10.2	10.8	11.4
17.0	—	—	—	—	—	—	10.2	10.7	11.3	11.9
17.5	—	—	—	—	—	10.0	10.6	11.2	11.9	12.5
18.0	—	—	—	—	—	10.5	11.1	11.8	12.4	13.0
18.5	—	—	—	—	10.3	11.0	11.6	12.3	12.9	13.6
19.0	—	—	—	10.1	10.8	11.4	12.1	12.8	13.5	14.2
19.5	—	—	—	10.5	11.2	11.9	12.6	13.3	14.1	14.8
20.0	—	—	10.2	11.0	11.7	12.4	13.1	13.9	14.7	15.4
20.5	—	—	10.7	11.4	12.1	12.9	13.7	14.5	15.2	16.0
21.0	—	10.3	11.1	11.8	12.6	13.4	14.2	15.0	15.8	16.7
21.5	—	10.7	11.5	12.3	13.1	13.9	14.8	15.6	16.4	17.3
22.0	10.3	11.1	11.9	12.8	13.6	14.4	15.3	16.2	17.1	18.0
22.5	10.7	11.5	12.4	13.2	14.1	15.0	15.9	16.8	17.7	18.6
23.0	11.1	11.9	12.8	13.7	14.6	15.5	16.4	17.4	18.3	19.3
23.5	11.5	12.3	13.2	14.2	15.1	16.0	17.0	18.0	18.9	19.9
24.0	11.8	12.8	13.7	14.6	15.6	16.6	17.6	18.6	19.6	20.6
24.5	12.2	13.2	14.2	15.1	16.1	17.1	18.2	19.2	20.2	21.3
25.0	12.6	13.6	14.6	15.6	16.7	17.7	18.8	19.8	20.9	22.0
25.5	13.0	14.1	15.1	16.1	17.2	18.3	19.4	20.5	21.6	22.7
26.0	13.5	14.5	15.6	16.6	17.7	18.8	20.0	21.1	22.3	23.4

续表 C.0.5

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
26.5	13.9	14.9	16.0	17.1	18.3	19.4	20.6	21.7	22.9	24.1
27.0	14.3	15.4	16.5	17.7	18.8	20.0	21.2	22.4	23.6	24.9
27.5	14.7	15.9	17.0	18.2	19.4	20.6	21.8	23.1	24.3	25.6
28.0	15.1	16.3	17.5	18.7	19.9	21.2	22.5	23.7	25.0	26.4
28.5	15.6	16.8	18.0	19.3	20.5	21.8	23.1	24.4	25.8	27.1
29.0	16.0	17.3	18.5	19.8	21.1	22.4	23.7	25.1	26.5	27.9
29.5	16.5	17.7	19.0	20.3	21.7	23.0	24.4	25.8	27.2	28.6
30.0	16.9	18.2	19.5	20.9	22.3	23.7	25.1	26.5	27.9	29.4
30.5	17.4	18.7	20.1	21.4	22.9	24.3	25.7	27.2	28.7	30.2
31.0	17.8	19.2	20.6	22.0	23.5	24.9	26.4	27.9	29.4	31.0
31.5	18.3	19.7	21.1	22.6	24.1	25.6	27.1	28.6	30.2	31.8
32.0	18.7	20.2	21.7	23.1	24.7	26.2	27.8	29.4	31.0	32.6
32.5	19.2	20.7	22.2	23.7	25.3	26.9	28.5	30.1	31.7	33.4
33.0	19.7	21.2	22.7	24.3	25.9	27.5	29.2	30.8	32.5	34.2
33.5	20.1	21.7	23.3	24.9	26.5	28.2	29.9	31.6	33.3	35.1
34.0	20.6	22.2	23.8	25.5	27.2	28.9	30.6	32.3	34.1	35.9
34.5	21.1	22.7	24.4	26.1	27.8	29.5	31.3	33.1	34.9	36.7
35.0	21.6	23.3	25.0	26.7	28.5	30.2	32.0	33.9	35.7	37.6
35.5	22.1	23.8	25.5	27.3	29.1	30.9	32.8	34.6	36.5	38.4
36.0	22.6	24.3	26.1	27.9	29.8	31.6	33.5	35.4	37.3	39.3
36.5	23.1	24.9	26.7	28.5	30.4	32.3	34.2	36.2	38.2	40.2
37.0	23.6	25.4	27.3	29.2	31.1	33.0	35.0	37.0	39.0	41.1
37.5	24.1	26.0	27.9	29.8	31.8	33.7	35.8	37.8	39.9	41.9

续表 C.0.5

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_s (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
38.0	24.6	26.5	28.5	30.4	32.4	34.5	36.5	38.6	40.7	42.8
38.5	25.1	27.1	29.1	31.1	33.1	35.2	37.3	39.4	41.6	43.7
39.0	25.7	27.6	29.7	31.7	33.8	35.9	38.1	40.2	42.4	44.6
39.5	26.2	28.2	30.3	32.4	34.5	36.6	38.8	41.0	43.3	45.6
40.0	26.7	28.8	30.9	33.0	35.2	37.4	39.6	41.9	44.2	46.5
40.5	27.2	29.4	31.5	33.7	35.9	38.1	40.4	42.7	45.0	47.4
41.0	27.8	29.9	32.1	34.3	36.6	38.9	41.2	43.6	45.9	48.3
41.5	28.3	30.5	32.7	35.0	37.3	39.6	42.0	44.4	46.8	49.3
42.0	28.9	31.1	33.4	35.7	38.0	40.4	42.8	45.3	47.7	50.2
42.5	29.4	31.7	34.0	36.4	38.7	41.2	43.6	46.1	48.6	51.2
43.0	30.0	32.3	34.6	37.0	39.5	41.9	44.4	47.0	49.6	52.2
43.5	30.5	32.9	35.3	37.7	40.2	42.7	45.3	47.9	50.5	53.1
44.0	31.1	33.5	35.9	38.4	40.9	43.5	46.1	48.7	51.4	54.1
44.5	31.7	34.1	36.6	39.1	41.7	44.3	46.9	49.6	52.3	55.1
45.0	32.2	34.7	37.2	39.8	42.4	45.1	47.8	50.5	53.3	56.1
45.5	32.8	35.3	37.9	40.5	43.2	45.9	48.6	51.4	54.2	57.1
46.0	33.4	35.9	38.6	41.2	44.0	46.7	49.5	52.3	55.2	58.1
46.5	33.9	36.6	39.2	42.0	44.7	47.5	50.3	53.2	56.1	59.1
47.0	34.5	37.2	39.9	42.7	45.5	48.3	51.2	54.1	57.1	—
47.5	35.1	37.8	40.6	43.4	46.3	49.1	52.1	55.0	58.1	—
48.0	35.7	38.5	41.3	44.1	47.0	50.0	53.0	56.0	59.0	—
48.5	36.3	39.1	42.0	44.9	47.8	50.8	53.8	56.9	60.0	—
49.0	36.9	39.8	42.7	45.6	48.6	51.6	54.7	57.8	—	—

续表 C.0.5

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_s (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
49.5	37.5	40.4	43.3	46.3	49.4	52.5	55.6	58.8	—	—
50.0	38.1	41.0	44.0	47.1	50.2	53.3	56.5	59.7	—	—

表 C.0.6 测区平均碳化深度 $d_m=2.5\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_s (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2	10.7
16.5	—	—	—	—	—	—	—	10.2	10.7	11.3
17.0	—	—	—	—	—	—	10.1	10.7	11.2	11.8
17.5	—	—	—	—	—	10.0	10.6	11.2	11.8	12.4
18.0	—	—	—	—	—	10.4	11.0	11.7	12.3	13.0
18.5	—	—	—	—	10.2	10.9	11.5	12.2	12.9	13.5
19.0	—	—	—	10.0	10.7	11.4	12.0	12.7	13.4	14.1
19.5	—	—	—	10.5	11.1	11.8	12.5	13.3	14.0	14.7
20.0	—	—	10.2	10.9	11.6	12.3	13.1	13.8	14.6	15.3
20.5	—	—	10.6	11.3	12.1	12.8	13.6	14.4	15.1	15.9
21.0	—	10.3	11.0	11.8	12.5	13.3	14.1	14.9	15.7	16.6
21.5	—	10.6	11.4	12.2	13.0	13.8	14.7	15.5	16.3	17.2
22.0	10.3	11.0	11.9	12.7	13.5	14.3	15.2	16.1	16.9	17.8
22.5	10.6	11.4	12.3	13.1	14.0	14.9	15.8	16.7	17.6	18.5
23.0	11.0	11.9	12.7	13.6	14.5	15.4	16.3	17.2	18.2	19.1

续表 C.0.6

修正后的测区 回弹代表值 R_s	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_s (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
23.5	11.4	12.3	13.2	14.1	15.0	15.9	16.9	17.8	18.8	19.8
24.0	11.8	12.7	13.6	14.6	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5
24.5	12.2	13.1	14.1	15.0	16.0	17.0	18.0	19.1	20.1	21.2
25.0	12.6	13.5	14.5	15.5	16.5	17.6	18.6	19.7	20.8	21.9
25.5	13.0	14.0	15.0	16.0	17.1	18.1	19.2	20.3	21.4	22.6
26.0	13.4	14.4	15.5	16.5	17.6	18.7	19.8	21.0	22.1	23.3
26.5	13.8	14.9	15.9	17.0	18.2	19.3	20.4	21.6	22.8	24.0
27.0	14.2	15.3	16.4	17.6	18.7	19.9	21.1	22.3	23.5	24.7
27.5	14.6	15.8	16.9	18.1	19.3	20.5	21.7	22.9	24.2	25.4
28.0	15.0	16.2	17.4	18.6	19.8	21.1	22.3	23.6	24.9	26.2
28.5	15.5	16.7	17.9	19.1	20.4	21.7	23.0	24.3	25.6	26.9
29.0	15.9	17.1	18.4	19.7	21.0	22.3	23.6	24.9	26.3	27.7
29.5	16.3	17.6	18.9	20.2	21.5	22.9	24.2	25.6	27.0	28.4
30.0	16.8	18.1	19.4	20.8	22.1	23.5	24.9	26.3	27.8	29.2
30.5	17.2	18.6	19.9	21.3	22.7	24.1	25.6	27.0	28.5	30.0
31.0	17.7	19.1	20.5	21.9	23.3	24.8	26.2	27.7	29.3	30.8
31.5	18.1	19.6	21.0	22.4	23.9	25.4	26.9	28.5	30.0	31.6
32.0	18.6	20.0	21.5	23.0	24.5	26.0	27.6	29.2	30.8	32.4
32.5	19.1	20.5	22.0	23.6	25.1	26.7	28.3	29.9	31.5	33.2
33.0	19.5	21.1	22.6	24.2	25.7	27.4	29.0	30.6	32.3	34.0
33.5	20.0	21.6	23.1	24.7	26.4	28.0	29.7	31.4	33.1	34.8
34.0	20.5	22.1	23.7	25.3	27.0	28.7	30.4	32.1	33.9	35.7
34.5	21.0	22.6	24.2	25.9	27.6	29.4	31.1	32.9	34.7	36.5

续表 C.0.6

修正后的测区 回弹代表值 R_s	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_s (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
35.0	21.5	23.1	24.8	26.5	28.3	30.0	31.8	33.6	35.5	37.3
35.5	22.0	23.6	25.4	27.1	28.9	30.7	32.6	34.4	36.3	38.2
36.0	22.4	24.2	25.9	27.7	29.6	31.4	33.3	35.2	37.1	39.1
36.5	22.9	24.7	26.5	28.4	30.2	32.1	34.0	36.0	37.9	39.9
37.0	23.4	25.3	27.1	29.0	30.9	32.8	34.8	36.8	38.8	40.8
37.5	24.0	25.8	27.7	29.6	31.5	33.5	35.5	37.5	39.6	41.7
38.0	24.5	26.4	28.3	30.2	32.2	34.2	36.3	38.3	40.4	42.6
38.5	25.0	26.9	28.9	30.9	32.9	35.0	37.0	39.2	41.3	43.5
39.0	25.5	27.5	29.5	31.5	33.6	35.7	37.8	40.0	42.2	44.4
39.5	26.0	28.0	30.1	32.2	34.3	36.4	38.6	40.8	43.0	45.3
40.0	26.5	28.6	30.7	32.8	35.0	37.1	39.4	41.6	43.9	46.2
40.5	27.1	29.2	31.3	33.5	35.7	37.9	40.1	42.4	44.8	47.1
41.0	27.6	29.7	31.9	34.1	36.4	38.6	40.9	43.3	45.6	48.0
41.5	28.1	30.3	32.5	34.8	37.1	39.4	41.7	44.1	46.5	49.0
42.0	28.7	30.9	33.2	35.5	37.8	40.1	42.5	45.0	47.4	49.9
42.5	29.2	31.5	33.8	36.1	38.5	40.9	43.3	45.8	48.3	50.9
43.0	29.8	32.1	34.4	36.8	39.2	41.7	44.2	46.7	49.2	51.8
43.5	30.3	32.7	35.1	37.5	40.0	42.5	45.0	47.6	50.1	52.8
44.0	30.9	33.3	35.7	38.2	40.7	43.2	45.8	48.4	51.1	53.7
44.5	31.4	33.9	36.4	38.9	41.4	44.0	46.6	49.3	52.0	54.7
45.0	32.0	34.5	37.0	39.6	42.2	44.8	47.5	50.2	52.9	55.7
45.5	32.6	35.1	37.7	40.3	42.9	45.6	48.3	51.1	53.9	56.7
46.0	33.2	35.7	38.3	41.0	43.7	46.4	49.2	52.0	54.8	57.7

续表 C.0.6

修正后的测区回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
46.5	33.7	36.3	39.0	41.7	44.4	47.2	50.0	52.9	55.8	58.7
47.0	34.3	37.0	39.7	42.4	45.2	48.0	50.9	53.8	56.7	59.7
47.5	34.9	37.6	40.3	43.1	46.0	48.8	51.7	54.7	57.7	—
48.0	35.5	38.2	41.0	43.8	46.7	49.6	52.6	55.6	58.7	—
48.5	36.1	38.9	41.7	44.6	47.5	50.5	53.5	56.5	59.6	—
49.0	36.7	39.5	42.4	45.3	48.3	51.3	54.4	57.5	—	—
49.5	37.3	40.1	43.1	46.0	49.1	52.1	55.3	58.4	—	—
50.0	37.9	40.8	43.8	46.8	49.9	53.0	56.1	59.3	—	—

表 C.0.7 测区平均碳化深度 $d_m=3\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.1	10.7
16.5	—	—	—	—	—	—	—	10.1	10.7	11.2
17.0	—	—	—	—	—	—	10.0	10.6	11.2	11.8
17.5	—	—	—	—	—	—	10.5	11.1	11.7	12.3
18.0	—	—	—	—	—	10.4	11.0	11.6	12.2	12.9
18.5	—	—	—	—	10.2	10.8	11.5	12.1	12.8	13.5
19.0	—	—	—	10.0	10.6	11.3	12.0	12.6	13.3	14.0
19.5	—	—	—	10.4	11.1	11.8	12.5	13.2	13.9	14.6
20.0	—	—	10.1	10.8	11.5	12.2	13.0	13.7	14.5	15.2

续表 C.0.7

修正后的测区回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
20.5	—	—	10.5	11.3	12.0	12.7	13.5	14.3	15.0	15.8
21.0	—	10.2	10.9	11.7	12.5	13.2	14.0	14.8	15.6	16.5
21.5	—	10.6	11.4	12.1	12.9	13.7	14.6	15.4	16.2	17.1
22.0	10.2	11.0	11.8	12.6	13.4	14.3	15.1	16.0	16.8	17.7
22.5	10.6	11.4	12.2	13.0	13.9	14.8	15.7	16.5	17.5	18.4
23.0	10.9	11.8	12.6	13.5	14.4	15.3	16.2	17.1	18.1	19.0
23.5	11.3	12.2	13.1	14.0	14.9	15.8	16.8	17.7	18.7	19.7
24.0	11.7	12.6	13.5	14.5	15.4	16.4	17.3	18.3	19.3	20.4
24.5	12.1	13.0	14.0	14.9	15.9	16.9	17.9	18.9	20.0	21.0
25.0	12.5	13.4	14.4	15.4	16.4	17.5	18.5	19.6	20.6	21.7
25.5	12.9	13.9	14.9	15.9	17.0	18.0	19.1	20.2	21.3	22.4
26.0	13.3	14.3	15.4	16.4	17.5	18.6	19.7	20.8	22.0	23.1
26.5	13.7	14.8	15.8	16.9	18.0	19.2	20.3	21.5	22.6	23.8
27.0	14.1	15.2	16.3	17.4	18.6	19.7	20.9	22.1	23.3	24.6
27.5	14.5	15.7	16.8	18.0	19.1	20.3	21.5	22.8	24.0	25.3
28.0	14.9	16.1	17.3	18.5	19.7	20.9	22.2	23.4	24.7	26.0
28.5	15.4	16.6	17.8	19.0	20.3	21.5	22.8	24.1	25.4	26.8
29.0	15.8	17.0	18.3	19.5	20.8	22.1	23.4	24.8	26.1	27.5
29.5	16.2	17.5	18.8	20.1	21.4	22.7	24.1	25.5	26.9	28.3
30.0	16.7	18.0	19.3	20.6	22.0	23.4	24.7	26.2	27.6	29.0
30.5	17.1	18.5	19.8	21.2	22.6	24.0	25.4	26.9	28.3	29.8
31.0	17.6	18.9	20.3	21.7	23.2	24.6	26.1	27.6	29.1	30.6
31.5	18.0	19.4	20.8	22.3	23.8	25.2	26.7	28.3	29.8	31.4

续表 C.0.7

修正后的测区回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
32.0	18.5	19.9	21.4	22.9	24.4	25.9	27.4	29.0	30.6	32.2
32.5	19.0	20.4	21.9	23.4	25.0	26.5	28.1	29.7	31.3	33.0
33.0	19.4	20.9	22.4	24.0	25.6	27.2	28.8	30.4	32.1	33.8
33.5	19.9	21.4	23.0	24.6	26.2	27.8	29.5	31.2	32.9	34.6
34.0	20.4	21.9	23.5	25.2	26.8	28.5	30.2	31.9	33.7	35.4
34.5	20.8	22.5	24.1	25.8	27.5	29.2	30.9	32.7	34.5	36.3
35.0	21.3	23.0	24.7	26.4	28.1	29.8	31.6	33.4	35.3	37.1
35.5	21.8	23.5	25.2	27.0	28.7	30.5	32.3	34.2	36.1	38.0
36.0	22.3	24.0	25.8	27.6	29.4	31.2	33.1	35.0	36.9	38.8
36.5	22.8	24.6	26.4	28.2	30.0	31.9	33.8	35.7	37.7	39.7
37.0	23.3	25.1	26.9	28.8	30.7	32.6	34.5	36.5	38.5	40.5
37.5	23.8	25.6	27.5	29.4	31.3	33.3	35.3	37.3	39.3	41.4
38.0	24.3	26.2	28.1	30.0	32.0	34.0	36.0	38.1	40.2	42.3
38.5	24.8	26.7	28.7	30.7	32.7	34.7	36.8	38.9	41.0	43.2
39.0	25.3	27.3	29.3	31.3	33.4	35.5	37.6	39.7	41.9	44.1
39.5	25.8	27.8	29.9	31.9	34.0	36.2	38.3	40.5	42.7	45.0
40.0	26.4	28.4	30.5	32.6	34.7	36.9	39.1	41.3	43.6	45.9
40.5	26.9	29.0	31.1	33.2	35.4	37.6	39.9	42.2	44.5	46.8
41.0	27.4	29.5	31.7	33.9	36.1	38.4	40.7	43.0	45.3	47.7
41.5	28.0	30.1	32.3	34.6	36.8	39.1	41.5	43.8	46.2	48.7
42.0	28.5	30.7	32.9	35.2	37.5	39.9	42.3	44.7	47.1	49.6
42.5	29.0	31.3	33.6	35.9	38.3	40.6	43.1	45.5	48.0	50.5
43.0	29.6	31.9	34.2	36.6	39.0	41.4	43.9	46.4	48.9	51.5

续表 C.0.7

修正后的测区回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
43.5	30.1	32.5	34.8	37.2	39.7	42.2	44.7	47.2	49.8	52.4
44.0	30.7	33.1	35.5	37.9	40.4	43.0	45.5	48.1	50.7	53.4
44.5	31.2	33.7	36.1	38.6	41.2	43.7	46.3	49.0	51.7	54.4
45.0	31.8	34.3	36.8	39.3	41.9	44.5	47.2	49.9	52.6	55.3
45.5	32.4	34.9	37.4	40.0	42.6	45.3	48.0	50.7	53.5	56.3
46.0	32.9	35.5	38.1	40.7	43.4	46.1	48.9	51.6	54.5	57.3
46.5	33.5	36.1	38.7	41.4	44.1	46.9	49.7	52.5	55.4	58.3
47.0	34.1	36.7	39.4	42.1	44.9	47.7	50.6	53.4	56.4	59.3
47.5	34.7	37.3	40.1	42.8	45.7	48.5	51.4	54.3	57.3	—
48.0	35.2	38.0	40.7	43.6	46.4	49.3	52.3	55.3	58.3	—
48.5	35.8	38.6	41.4	44.3	47.2	50.2	53.1	56.2	59.2	—
49.0	36.4	39.2	42.1	45.0	48.0	51.0	54.0	57.1	—	—
49.5	37.0	39.9	42.8	45.8	48.8	51.8	54.9	58.0	—	—
50.0	37.6	40.5	43.5	46.5	49.5	52.6	55.8	59.0	—	—

表 C.0.8 测区平均碳化深度 $d_m = 3.5\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.1
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.1	10.6
16.5	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.6	11.1
17.0	—	—	—	—	—	—	10.0	10.5	11.1	11.7

续表 C.0.8

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
17.5	—	—	—	—	—	—	10.4	11.0	11.6	12.2	
18.0	—	—	—	—	—	10.3	10.9	11.5	12.2	12.8	
18.5	—	—	—	—	10.1	10.7	11.4	12.0	12.7	13.4	
19.0	—	—	—	—	10.6	11.2	11.9	12.6	13.3	13.9	
19.5	—	—	—	10.3	11.0	11.7	12.4	13.1	13.8	14.5	
20.0	—	—	10.1	10.7	11.5	12.2	12.9	13.6	14.4	15.1	
20.5	—	—	10.5	11.2	11.9	12.7	13.4	14.2	15.0	15.7	
21.0	—	10.1	10.9	11.6	12.4	13.2	13.9	14.7	15.5	16.4	
21.5	—	10.5	11.3	12.1	12.9	13.7	14.5	15.3	16.1	17.0	
22.0	10.1	10.9	11.7	12.5	13.3	14.2	15.0	15.9	16.7	17.6	
22.5	10.5	11.3	12.1	13.0	13.8	14.7	15.6	16.4	17.3	18.3	
23.0	10.9	11.7	12.6	13.4	14.3	15.2	16.1	17.0	18.0	18.9	
23.5	11.2	12.1	13.0	13.9	14.8	15.7	16.7	17.6	18.6	19.6	
24.0	11.6	12.5	13.4	14.4	15.3	16.3	17.2	18.2	19.2	20.2	
24.5	12.0	12.9	13.9	14.8	15.8	16.8	17.8	18.8	19.9	20.9	
25.0	12.4	13.4	14.3	15.3	16.3	17.4	18.4	19.4	20.5	21.6	
25.5	12.8	13.8	14.8	15.8	16.9	17.9	19.0	20.1	21.2	22.3	
26.0	13.2	14.2	15.3	16.3	17.4	18.5	19.6	20.7	21.8	23.0	
26.5	13.6	14.7	15.7	16.8	17.9	19.0	20.2	21.3	22.5	23.7	
27.0	14.0	15.1	16.2	17.3	18.5	19.6	20.8	22.0	23.2	24.4	
27.5	14.4	15.6	16.7	17.8	19.0	20.2	21.4	22.6	23.9	25.1	
28.0	14.9	16.0	17.2	18.4	19.6	20.8	22.0	23.3	24.6	25.8	
28.5	15.3	16.5	17.7	18.9	20.1	21.4	22.7	24.0	25.3	26.6	

续表 C.0.8

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
29.0	15.7	16.9	18.2	19.4	20.7	22.0	23.3	24.6	26.0	27.3	
29.5	16.1	17.4	18.7	19.9	21.3	22.6	23.9	25.3	26.7	28.1	
30.0	16.6	17.9	19.2	20.5	21.8	23.2	24.6	26.0	27.4	28.8	
30.5	17.0	18.3	19.7	21.0	22.4	23.8	25.2	26.7	28.1	29.6	
31.0	17.5	18.8	20.2	21.6	23.0	24.4	25.9	27.4	28.9	30.4	
31.5	17.9	19.3	20.7	22.1	23.6	25.1	26.6	28.1	29.6	31.2	
32.0	18.4	19.8	21.2	22.7	24.2	25.7	27.2	28.8	30.4	32.0	
32.5	18.8	20.3	21.8	23.3	24.8	26.4	27.9	29.5	31.1	32.8	
33.0	19.3	20.8	22.3	23.8	25.4	27.0	28.6	30.2	31.9	33.6	
33.5	19.8	21.3	22.8	24.4	26.0	27.7	29.3	31.0	32.7	34.4	
34.0	20.2	21.8	23.4	25.0	26.6	28.3	30.0	31.7	33.4	35.2	
34.5	20.7	22.3	23.9	25.6	27.3	29.0	30.7	32.5	34.2	36.0	
35.0	21.2	22.8	24.5	26.2	27.9	29.7	31.4	33.2	35.0	36.9	
35.5	21.7	23.3	25.1	26.8	28.5	30.3	32.1	34.0	35.8	37.7	
36.0	22.2	23.9	25.6	27.4	29.2	31.0	32.9	34.7	36.6	38.6	
36.5	22.6	24.4	26.2	28.0	29.8	31.7	33.6	35.5	37.4	39.4	
37.0	23.1	24.9	26.8	28.6	30.5	32.4	34.3	36.3	38.3	40.3	
37.5	23.6	25.5	27.3	29.2	31.1	33.1	35.1	37.1	39.1	41.1	
38.0	24.1	26.0	27.9	29.8	31.8	33.8	35.8	37.9	39.9	42.0	
38.5	24.7	26.6	28.5	30.5	32.5	34.5	36.6	38.7	40.8	42.9	
39.0	25.2	27.1	29.1	31.1	33.1	35.2	37.3	39.5	41.6	43.8	
39.5	25.7	27.7	29.7	31.7	33.8	35.9	38.1	40.3	42.5	44.7	
40.0	26.2	28.2	30.3	32.4	34.5	36.7	38.9	41.1	43.3	45.6	

续表 C.0.8

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
40.5	26.7	28.8	30.9	33.0	35.2	37.4	39.6	41.9	44.2	46.5	
41.0	27.3	29.4	31.5	33.7	35.9	38.1	40.4	42.7	45.1	47.4	
41.5	27.8	29.9	32.1	34.3	36.6	38.9	41.2	43.6	45.9	48.3	
42.0	28.3	30.5	32.7	35.0	37.3	39.6	42.0	44.4	46.8	49.3	
42.5	28.9	31.1	33.4	35.7	38.0	40.4	42.8	45.2	47.7	50.2	
43.0	29.4	31.7	34.0	36.3	38.7	41.1	43.6	46.1	48.6	51.2	
43.5	29.9	32.3	34.6	37.0	39.4	41.9	44.4	46.9	49.5	52.1	
44.0	30.5	32.9	35.3	37.7	40.2	42.7	45.2	47.8	50.4	53.1	
44.5	31.0	33.4	35.9	38.4	40.9	43.5	46.0	48.7	51.3	54.0	
45.0	31.6	34.0	36.5	39.1	41.6	44.2	46.9	49.5	52.3	55.0	
45.5	32.2	34.7	37.2	39.8	42.4	45.0	47.7	50.4	53.2	56.0	
46.0	32.7	35.3	37.8	40.5	43.1	45.8	48.5	51.3	54.1	57.0	
46.5	33.3	35.9	38.5	41.2	43.9	46.6	49.4	52.2	55.1	57.9	
47.0	33.9	36.5	39.2	41.9	44.6	47.4	50.2	53.1	56.0	58.9	
47.5	34.4	37.1	39.8	42.6	45.4	48.2	51.1	54.0	56.9	59.9	
48.0	35.0	37.7	40.5	43.3	46.1	49.0	51.9	54.9	57.9	—	
48.5	35.6	38.4	41.2	44.0	46.9	49.8	52.8	55.8	58.9	—	
49.0	36.2	39.0	41.8	44.7	47.7	50.6	53.7	56.7	59.8	—	
49.5	36.8	39.6	42.5	45.5	48.4	51.5	54.5	57.7	—	—	
50.0	37.4	40.3	43.2	46.2	49.2	52.3	55.4	58.6	—	—	

表 C.0.9 测区平均碳化深度 $d_m=4\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.5
16.5	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.5	11.1
17.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.5	11.0	11.6
17.5	—	—	—	—	—	—	—	10.4	11.0	11.6	12.2
18.0	—	—	—	—	—	—	10.2	10.8	11.5	12.1	12.7
18.5	—	—	—	—	10.1	10.7	11.3	12.0	12.6	13.3	
19.0	—	—	—	—	10.5	11.1	11.8	12.5	13.2	13.9	
19.5	—	—	—	10.3	10.9	11.6	12.3	13.0	13.7	14.4	
20.0	—	—	10.0	10.7	11.4	12.1	12.8	13.5	14.3	15.0	
20.5	—	—	10.4	11.1	11.8	12.6	13.3	14.1	14.9	15.6	
21.0	—	10.1	10.8	11.5	12.3	13.1	13.8	14.6	15.4	16.2	
21.5	—	10.4	11.2	12.0	12.8	13.6	14.4	15.2	16.0	16.9	
22.0	10.1	10.8	11.6	12.4	13.2	14.1	14.9	15.8	16.6	17.5	
22.5	10.4	11.2	12.0	12.9	13.7	14.6	15.5	16.3	17.2	18.1	
23.0	10.8	11.6	12.5	13.3	14.2	15.1	16.0	16.9	17.8	18.8	
23.5	11.2	12.0	12.9	13.8	14.7	15.6	16.6	17.5	18.5	19.4	
24.0	11.5	12.4	13.3	14.3	15.2	16.2	17.1	18.1	19.1	20.1	
24.5	11.9	12.9	13.8	14.7	15.7	16.7	17.7	18.7	19.7	20.8	
25.0	12.3	13.3	14.2	15.2	16.2	17.2	18.3	19.3	20.4	21.4	
25.5	12.7	13.7	14.7	15.7	16.8	17.8	18.9	19.9	21.0	22.1	
26.0	13.1	14.1	15.2	16.2	17.3	18.4	19.5	20.6	21.7	22.8	

续表 C.0.9

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
26.5	13.5	14.6	15.6	16.7	17.8	18.9	20.1	21.2	22.4	23.5
27.0	13.9	15.0	16.1	17.2	18.3	19.5	20.7	21.8	23.0	24.2
27.5	14.3	15.5	16.6	17.7	18.9	20.1	21.3	22.5	23.7	25.0
28.0	14.8	15.9	17.1	18.2	19.4	20.7	21.9	23.1	24.4	25.7
28.5	15.2	16.4	17.5	18.8	20.0	21.2	22.5	23.8	25.1	26.4
29.0	15.6	16.8	18.0	19.3	20.6	21.8	23.1	24.5	25.8	27.2
29.5	16.0	17.3	18.5	19.8	21.1	22.4	23.8	25.1	26.5	27.9
30.0	16.5	17.7	19.0	20.4	21.7	23.1	24.4	25.8	27.2	28.7
30.5	16.9	18.2	19.5	20.9	22.3	23.7	25.1	26.5	28.0	29.4
31.0	17.4	18.7	20.1	21.4	22.9	24.3	25.7	27.2	28.7	30.2
31.5	17.8	19.2	20.6	22.0	23.4	24.9	26.4	27.9	29.4	31.0
32.0	18.3	19.7	21.1	22.6	24.0	25.5	27.1	28.6	30.2	31.8
32.5	18.7	20.2	21.6	23.1	24.6	26.2	27.7	29.3	30.9	32.6
33.0	19.2	20.7	22.2	23.7	25.2	26.8	28.4	30.0	31.7	33.4
33.5	19.6	21.2	22.7	24.3	25.9	27.5	29.1	30.8	32.5	34.2
34.0	20.1	21.7	23.2	24.8	26.5	28.1	29.8	31.5	33.2	35.0
34.5	20.6	22.2	23.8	25.4	27.1	28.8	30.5	32.3	34.0	35.8
35.0	21.0	22.7	24.3	26.0	27.7	29.5	31.2	33.0	34.8	36.6
35.5	21.5	23.2	24.9	26.6	28.4	30.1	31.9	33.8	35.6	37.5
36.0	22.0	23.7	25.5	27.2	29.0	30.8	32.6	34.5	36.4	38.3
36.5	22.5	24.2	26.0	27.8	29.6	31.5	33.4	35.3	37.2	39.2
37.0	23.0	24.8	26.6	28.4	30.3	32.2	34.1	36.0	38.0	40.0
37.5	23.5	25.3	27.2	29.0	30.9	32.9	34.8	36.8	38.8	40.9

续表 C.0.9

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
38.0	24.0	25.8	27.7	29.7	31.6	33.6	35.6	37.6	39.7	41.8
38.5	24.5	26.4	28.3	30.3	32.3	34.3	36.3	38.4	40.5	42.6
39.0	25.0	26.9	28.9	30.9	32.9	35.0	37.1	39.2	41.3	43.5
39.5	25.5	27.5	29.5	31.5	33.6	35.7	37.8	40.0	42.2	44.4
40.0	26.0	28.0	30.1	32.2	34.3	36.4	38.6	40.8	43.0	45.3
40.5	26.6	28.6	30.7	32.8	35.0	37.2	39.4	41.6	43.9	46.2
41.0	27.1	29.2	31.3	33.5	35.7	37.9	40.2	42.4	44.8	47.1
41.5	27.6	29.7	31.9	34.1	36.4	38.6	40.9	43.3	45.6	48.0
42.0	28.1	30.3	32.5	34.8	37.1	39.4	41.7	44.1	46.5	49.0
42.5	28.7	30.9	33.1	35.4	37.8	40.1	42.5	44.9	47.4	49.9
43.0	29.2	31.5	33.8	36.1	38.5	40.9	43.3	45.8	48.3	50.8
43.5	29.8	32.1	34.4	36.8	39.2	41.6	44.1	46.6	49.2	51.8
44.0	30.3	32.6	35.0	37.4	39.9	42.4	44.9	47.5	50.1	52.7
44.5	30.8	33.2	35.7	38.1	40.6	43.2	45.7	48.4	51.0	53.7
45.0	31.4	33.8	36.3	38.8	41.4	43.9	46.6	49.2	51.9	54.6
45.5	32.0	34.4	36.9	39.5	42.1	44.7	47.4	50.1	52.8	55.6
46.0	32.5	35.0	37.6	40.2	42.8	45.5	48.2	51.0	53.8	56.6
46.5	33.1	35.6	38.2	40.9	43.6	46.3	49.1	51.9	54.7	57.6
47.0	33.6	36.3	38.9	41.6	44.3	47.1	49.9	52.8	55.6	58.6
47.5	34.2	36.9	39.6	42.3	45.1	47.9	50.8	53.6	56.6	59.5
48.0	34.8	37.5	40.2	43.0	45.8	48.7	51.6	54.5	57.5	—
48.5	35.4	38.1	40.9	43.7	46.6	49.5	52.5	55.5	58.5	—
49.0	36.0	38.7	41.6	44.4	47.4	50.3	53.3	56.4	59.4	—

续表 C.0.9

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
49.5	36.5	39.4	42.2	45.2	48.1	51.1	54.2	57.3	—	—	
50.0	37.1	40.0	42.9	45.9	48.9	52.0	55.1	58.2	—	—	

表 C.0.10 测区平均碳化深度 $d_m=4.5\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.5
16.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.5	11.0
17.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.4	11.0	11.5
17.5	—	—	—	—	—	—	10.3	10.9	11.5	12.1	
18.0	—	—	—	—	—	10.2	10.8	11.4	12.0	12.6	
18.5	—	—	—	—	10.0	10.6	11.2	11.9	12.5	13.2	
19.0	—	—	—	—	10.4	11.1	11.7	12.4	13.1	13.8	
19.5	—	—	—	10.2	10.9	11.5	12.2	12.9	13.6	14.3	
20.0	—	—	—	10.6	11.3	12.0	12.7	13.5	14.2	14.9	
20.5	—	—	10.3	11.0	11.8	12.5	13.2	14.0	14.8	15.5	
21.0	—	10.0	10.7	11.5	12.2	13.0	13.8	14.5	15.3	16.1	
21.5	—	10.4	11.1	11.9	12.7	13.5	14.3	15.1	15.9	16.8	
22.0	10.0	10.8	11.5	12.3	13.2	14.0	14.8	15.7	16.5	17.4	
22.5	10.4	11.2	12.0	12.8	13.6	14.5	15.4	16.2	17.1	18.0	
23.0	10.7	11.6	12.4	13.3	14.1	15.0	15.9	16.8	17.7	18.7	

续表 C.0.10

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
23.5	11.1	12.0	12.8	13.7	14.6	15.5	16.5	17.4	18.3	19.3	
24.0	11.5	12.4	13.3	14.2	15.1	16.1	17.0	18.0	19.0	20.0	
24.5	11.9	12.8	13.7	14.7	15.6	16.6	17.6	18.6	19.6	20.6	
25.0	12.2	13.2	14.2	15.1	16.1	17.1	18.2	19.2	20.2	21.3	
25.5	12.6	13.6	14.6	15.6	16.6	17.7	18.7	19.8	20.9	22.0	
26.0	13.0	14.0	15.1	16.1	17.2	18.2	19.3	20.4	21.5	22.7	
26.5	13.4	14.5	15.5	16.6	17.7	18.8	19.9	21.1	22.2	23.4	
27.0	13.8	14.9	16.0	17.1	18.2	19.4	20.5	21.7	22.9	24.1	
27.5	14.2	15.4	16.5	17.6	18.8	19.9	21.1	22.3	23.6	24.8	
28.0	14.7	15.8	17.0	18.1	19.3	20.5	21.7	23.0	24.2	25.5	
28.5	15.1	16.2	17.4	18.6	19.9	21.1	22.4	23.6	24.9	26.2	
29.0	15.5	16.7	17.9	19.2	20.4	21.7	23.0	24.3	25.6	27.0	
29.5	15.9	17.2	18.4	19.7	21.0	22.3	23.6	25.0	26.3	27.7	
30.0	16.4	17.6	18.9	20.2	21.6	22.9	24.3	25.7	27.1	28.5	
30.5	16.8	18.1	19.4	20.8	22.1	23.5	24.9	26.3	27.8	29.2	
31.0	17.2	18.6	19.9	21.3	22.7	24.1	25.6	27.0	28.5	30.0	
31.5	17.7	19.1	20.4	21.9	23.3	24.8	26.2	27.7	29.2	30.8	
32.0	18.1	19.5	21.0	22.4	23.9	25.4	26.9	28.4	30.0	31.6	
32.5	18.6	20.0	21.5	23.0	24.5	26.0	27.6	29.1	30.7	32.3	
33.0	19.0	20.5	22.0	23.5	25.1	26.7	28.2	29.9	31.5	33.1	
33.5	19.5	21.0	22.6	24.1	25.7	27.3	28.9	30.6	32.3	33.9	
34.0	20.0	21.5	23.1	24.7	26.3	28.0	29.6	31.3	33.0	34.8	
34.5	20.4	22.0	23.6	25.3	26.9	28.6	30.3	32.0	33.8	35.6	

续表 C. 0. 10

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
35.0	20.9	22.5	24.2	25.9	27.5	29.3	31.0	32.8	34.6	36.4
35.5	21.4	23.0	24.7	26.4	28.2	29.9	31.7	33.5	35.4	37.2
36.0	21.9	23.6	25.3	27.0	28.8	30.6	32.4	34.3	36.2	38.1
36.5	22.4	24.1	25.8	27.6	29.5	31.3	33.2	35.1	37.0	38.9
37.0	22.8	24.6	26.4	28.2	30.1	32.0	33.9	35.8	37.8	39.8
37.5	23.3	25.1	27.0	28.8	30.7	32.7	34.6	36.6	38.6	40.6
38.0	23.8	25.7	27.6	29.5	31.4	33.4	35.4	37.4	39.4	41.5
38.5	24.3	26.2	28.1	30.1	32.1	34.1	36.1	38.2	40.2	42.4
39.0	24.8	26.8	28.7	30.7	32.7	34.8	36.8	38.9	41.1	43.2
39.5	25.4	27.3	29.3	31.3	33.4	35.5	37.6	39.7	41.9	44.1
40.0	25.9	27.9	29.9	32.0	34.1	36.2	38.4	40.5	42.8	45.0
40.5	26.4	28.4	30.5	32.6	34.8	36.9	39.1	41.4	43.6	45.9
41.0	26.9	29.0	31.1	33.3	35.4	37.7	39.9	42.2	44.5	46.8
41.5	27.4	29.5	31.7	33.9	36.1	38.4	40.7	43.0	45.3	47.7
42.0	28.0	30.1	32.3	34.6	36.8	39.1	41.5	43.8	46.2	48.6
42.5	28.5	30.7	32.9	35.2	37.5	39.9	42.2	44.7	47.1	49.6
43.0	29.0	31.3	33.5	35.9	38.2	40.6	43.0	45.5	48.0	50.5
43.5	29.6	31.8	34.2	36.5	38.9	41.4	43.8	46.3	48.9	51.4
44.0	30.1	32.4	34.8	37.2	39.6	42.1	44.6	47.2	49.8	52.4
44.5	30.6	33.0	35.4	37.9	40.4	42.9	45.5	48.0	50.7	53.3
45.0	31.2	33.6	36.1	38.6	41.1	43.7	46.3	48.9	51.6	54.3
45.5	31.8	34.2	36.7	39.2	41.8	44.4	47.1	49.8	52.5	55.3
46.0	32.3	34.8	37.4	39.9	42.6	45.2	47.9	50.6	53.4	56.2

续表 C. 0. 10

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
46.5	32.9	35.4	38.0	40.6	43.3	46.0	48.7	51.5	54.3	57.2
47.0	33.4	36.0	38.7	41.3	44.0	46.8	49.6	52.4	55.3	58.2
47.5	34.0	36.6	39.3	42.0	44.8	47.6	50.4	53.3	56.2	59.2
48.0	34.6	37.2	40.0	42.7	45.5	48.4	51.3	54.2	57.2	—
48.5	35.1	37.9	40.6	43.4	46.3	49.2	52.1	55.1	58.1	—
49.0	35.7	38.5	41.3	44.2	47.1	50.0	53.0	56.0	59.1	—
49.5	36.3	39.1	42.0	44.9	47.8	50.8	53.8	56.9	60.0	—
50.0	36.9	39.7	42.6	45.6	48.6	51.6	54.7	57.8	—	—

表 C. 0. 11 测区平均碳化深度 $d_m = 5\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.4
16.5	—	—	—	—	—	—	—	—	10.4	10.9
17.0	—	—	—	—	—	—	—	10.3	10.9	11.5
17.5	—	—	—	—	—	—	10.2	10.8	11.4	12.0
18.0	—	—	—	—	—	10.1	10.7	11.3	11.9	12.6
18.5	—	—	—	—	—	10.5	11.2	11.8	12.5	13.1
19.0	—	—	—	—	10.4	11.0	11.7	12.3	13.0	13.7
19.5	—	—	—	10.1	10.8	11.5	12.1	12.8	13.5	14.3
20.0	—	—	—	10.5	11.2	11.9	12.6	13.4	14.1	14.8

续表 C.0.11

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
20.5	—	—	10.3	11.0	11.7	12.4	13.2	13.9	14.7	15.4
21.0	—	—	10.7	11.4	12.1	12.9	13.7	14.5	15.2	16.0
21.5	—	10.3	11.1	11.8	12.6	13.4	14.2	15.0	15.8	16.7
22.0	—	10.7	11.5	12.3	13.1	13.9	14.7	15.6	16.4	17.3
22.5	10.3	11.1	11.9	12.7	13.6	14.4	15.3	16.1	17.0	17.9
23.0	10.7	11.5	12.3	13.2	14.0	14.9	15.8	16.7	17.6	18.5
23.5	11.0	11.9	12.7	13.6	14.5	15.4	16.3	17.3	18.2	19.2
24.0	11.4	12.3	13.2	14.1	15.0	16.0	16.9	17.9	18.8	19.8
24.5	11.8	12.7	13.6	14.6	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5
25.0	12.2	13.1	14.1	15.0	16.0	17.0	18.0	19.1	20.1	21.2
25.5	12.6	13.5	14.5	15.5	16.5	17.6	18.6	19.7	20.8	21.8
26.0	12.9	14.0	15.0	16.0	17.1	18.1	19.2	20.3	21.4	22.5
26.5	13.3	14.4	15.4	16.5	17.6	18.7	19.8	20.9	22.1	23.2
27.0	13.7	14.8	15.9	17.0	18.1	19.2	20.4	21.6	22.7	23.9
27.5	14.2	15.3	16.4	17.5	18.6	19.8	21.0	22.2	23.4	24.6
28.0	14.6	15.7	16.8	18.0	19.2	20.4	21.6	22.8	24.1	25.4
28.5	15.0	16.1	17.3	18.5	19.7	21.0	22.2	23.5	24.8	26.1
29.0	15.4	16.6	17.8	19.0	20.3	21.6	22.8	24.2	25.5	26.8
29.5	15.8	17.1	18.3	19.6	20.9	22.2	23.5	24.8	26.2	27.5
30.0	16.3	17.5	18.8	20.1	21.4	22.8	24.1	25.5	26.9	28.3
30.5	16.7	18.0	19.3	20.6	22.0	23.4	24.8	26.2	27.6	29.0
31.0	17.1	18.5	19.8	21.2	22.6	24.0	25.4	26.9	28.3	29.8
31.5	17.6	18.9	20.3	21.7	23.1	24.6	26.1	27.5	29.1	30.6

续表 C.0.11

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
32.0	18.0	19.4	20.8	22.3	23.7	25.2	26.7	28.2	29.8	31.4
32.5	18.5	19.9	21.4	22.8	24.3	25.8	27.4	29.0	30.5	32.1
33.0	18.9	20.4	21.9	23.4	24.9	26.5	28.1	29.7	31.3	32.9
33.5	19.4	20.9	22.4	24.0	25.5	27.1	28.7	30.4	32.0	33.7
34.0	19.8	21.4	22.9	24.5	26.1	27.8	29.4	31.1	32.8	34.5
34.5	20.3	21.9	23.5	25.1	26.8	28.4	30.1	31.8	33.6	35.3
35.0	20.8	22.4	24.0	25.7	27.4	29.1	30.8	32.6	34.4	36.2
35.5	21.3	22.9	24.6	26.3	28.0	29.7	31.5	33.3	35.1	37.0
36.0	21.7	23.4	25.1	26.9	28.6	30.4	32.2	34.1	35.9	37.8
36.5	22.2	23.9	25.7	27.5	29.3	31.1	32.9	34.8	36.7	38.7
37.0	22.7	24.5	26.2	28.1	29.9	31.8	33.7	35.6	37.5	39.5
37.5	23.2	25.0	26.8	28.7	30.5	32.5	34.4	36.4	38.3	40.4
38.0	23.7	25.5	27.4	29.3	31.2	33.1	35.1	37.1	39.2	41.2
38.5	24.2	26.1	28.0	29.9	31.9	33.8	35.9	37.9	40.0	42.1
39.0	24.7	26.6	28.5	30.5	32.5	34.5	36.6	38.7	40.8	43.0
39.5	25.2	27.1	29.1	31.1	33.2	35.3	37.4	39.5	41.6	43.8
40.0	25.7	27.7	29.7	31.8	33.9	36.0	38.1	40.3	42.5	44.7
40.5	26.2	28.2	30.3	32.4	34.5	36.7	38.9	41.1	43.3	45.6
41.0	26.7	28.8	30.9	33.0	35.2	37.4	39.6	41.9	44.2	46.5
41.5	27.2	29.4	31.5	33.7	35.9	38.1	40.4	42.7	45.1	47.4
42.0	27.8	29.9	32.1	34.3	36.6	38.9	41.2	43.5	45.9	48.3
42.5	28.3	30.5	32.7	35.0	37.3	39.6	42.0	44.4	46.8	49.2
43.0	28.8	31.1	33.3	35.6	38.0	40.4	42.8	45.2	47.7	50.2

续表 C.0.11

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
43.5	29.4	31.6	34.0	36.3	38.7	41.1	43.6	46.0	48.6	51.1	
44.0	29.9	32.2	34.6	37.0	39.4	41.9	44.4	46.9	49.4	52.0	
44.5	30.5	32.8	35.2	37.6	40.1	42.6	45.2	47.7	50.3	53.0	
45.0	31.0	33.4	35.8	38.3	40.8	43.4	46.0	48.6	51.3	53.9	
45.5	31.5	34.0	36.5	39.0	41.6	44.2	46.8	49.5	52.2	54.9	
46.0	32.1	34.6	37.1	39.7	42.3	44.9	47.6	50.3	53.1	55.9	
46.5	32.7	35.2	37.8	40.4	43.0	45.7	48.4	51.2	54.0	56.8	
47.0	33.2	35.8	38.4	41.1	43.8	46.5	49.3	52.1	54.9	57.8	
47.5	33.8	36.4	39.1	41.8	44.5	47.3	50.1	53.0	55.9	58.8	
48.0	34.3	37.0	39.7	42.5	45.2	48.1	50.9	53.8	56.8	59.8	
48.5	34.9	37.6	40.4	43.2	46.0	48.9	51.8	54.7	57.7	—	
49.0	35.5	38.2	41.0	43.9	46.8	49.7	52.6	55.6	58.7	—	
49.5	36.1	38.9	41.7	44.6	47.5	50.5	53.5	56.6	59.6	—	
50.0	36.7	39.5	42.4	45.3	48.3	51.3	54.4	57.5	—	—	

表 C.0.12 测区平均碳化深度 $d_m=5.5\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.3
16.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.3	10.9
17.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.3	10.8	11.4

续表 C.0.12

修正后的测区 回弹代表值 R_e	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)															
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)															
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2						
17.5	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2	10.7	11.3	11.9				
18.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.6	11.2	11.8	12.5			
18.5	—	—	—	—	—	—	—	—	10.5	11.1	11.7	12.4	13.0			
19.0	—	—	—	—	—	—	—	10.3	10.9	11.6	12.2	12.9	13.6			
19.5	—	—	—	—	—	—	10.1	10.7	11.4	12.1	12.8	13.5	14.2			
20.0	—	—	—	—	—	—	10.5	11.2	11.9	12.6	13.3	14.0	14.7			
20.5	—	—	—	—	—	—	10.2	10.9	11.6	12.3	13.1	13.8	14.6	15.3		
21.0	—	—	—	—	—	—	10.6	11.3	12.1	12.8	13.6	14.4	15.1	15.9		
21.5	—	—	—	—	—	—	10.2	11.0	11.8	12.5	13.3	14.1	14.9	15.7	16.5	
22.0	—	—	—	—	—	—	10.6	11.4	12.2	13.0	13.8	14.6	15.5	16.3	17.2	
22.5	—	—	—	—	—	—	10.2	11.0	11.8	12.6	13.5	14.3	15.2	16.0	16.9	17.8
23.0	—	—	—	—	—	—	10.6	11.4	12.2	13.1	13.9	14.8	15.7	16.6	17.5	18.4
23.5	—	—	—	—	—	—	11.0	11.8	12.7	13.5	14.4	15.3	16.2	17.2	18.1	19.1
24.0	—	—	—	—	—	—	11.3	12.2	13.1	14.0	14.9	15.9	16.8	17.8	18.7	19.7
24.5	—	—	—	—	—	—	11.7	12.6	13.5	14.5	15.4	16.4	17.4	18.3	19.4	20.4
25.0	—	—	—	—	—	—	12.1	13.0	14.0	14.9	15.9	16.9	17.9	18.9	20.0	21.0
25.5	—	—	—	—	—	—	12.5	13.4	14.4	15.4	16.4	17.5	18.5	19.6	20.6	21.7
26.0	—	—	—	—	—	—	12.9	13.9	14.9	15.9	16.9	18.0	19.1	20.2	21.3	22.4
26.5	—	—	—	—	—	—	13.3	14.3	15.3	16.4	17.5	18.6	19.7	20.8	21.9	23.1
27.0	—	—	—	—	—	—	13.7	14.7	15.8	16.9	18.0	19.1	20.3	21.4	22.6	23.8
27.5	—	—	—	—	—	—	14.1	15.2	16.3	17.4	18.5	19.7	20.9	22.1	23.3	24.5
28.0	—	—	—	—	—	—	14.5	15.6	16.7	17.9	19.1	20.3	21.5	22.7	23.9	25.2
28.5	—	—	—	—	—	—	14.9	16.0	17.2	18.4	19.6	20.8	22.1	23.3	24.6	25.9

续表 C.0.12

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
29.0	15.3	16.5	17.7	18.9	20.2	21.4	22.7	24.0	25.3	26.6
29.5	15.7	16.9	18.2	19.4	20.7	22.0	23.3	24.7	26.0	27.4
30.0	16.2	17.4	18.7	20.0	21.3	22.6	24.0	25.3	26.7	28.1
30.5	16.6	17.9	19.2	20.5	21.8	23.2	24.6	26.0	27.4	28.9
31.0	17.0	18.3	19.7	21.0	22.4	23.8	25.2	26.7	28.1	29.6
31.5	17.5	18.8	20.2	21.6	23.0	24.4	25.9	27.4	28.9	30.4
32.0	17.9	19.3	20.7	22.1	23.6	25.1	26.6	28.1	29.6	31.2
32.5	18.3	19.8	21.2	22.7	24.2	25.7	27.2	28.8	30.3	31.9
33.0	18.8	20.3	21.7	23.2	24.8	26.3	27.9	29.5	31.1	32.7
33.5	19.3	20.7	22.3	23.8	25.4	27.0	28.6	30.2	31.8	33.5
34.0	19.7	21.2	22.8	24.4	26.0	27.6	29.2	30.9	32.6	34.3
34.5	20.2	21.7	23.3	24.9	26.6	28.2	29.9	31.6	33.4	35.1
35.0	20.6	22.2	23.9	25.5	27.2	28.9	30.6	32.4	34.1	35.9
35.5	21.1	22.8	24.4	26.1	27.8	29.6	31.3	33.1	34.9	36.7
36.0	21.6	23.3	25.0	26.7	28.4	30.2	32.0	33.9	35.7	37.6
36.5	22.1	23.8	25.5	27.3	29.1	30.9	32.7	34.6	36.5	38.4
37.0	22.6	24.3	26.1	27.9	29.7	31.6	33.5	35.4	37.3	39.2
37.5	23.0	24.8	26.6	28.5	30.4	32.2	34.2	36.1	38.1	40.1
38.0	23.5	25.4	27.2	29.1	31.0	32.9	34.9	36.9	38.9	41.0
38.5	24.0	25.9	27.8	29.7	31.6	33.6	35.6	37.7	39.7	41.8
39.0	24.5	26.4	28.4	30.3	32.3	34.3	36.4	38.4	40.6	42.7
39.5	25.0	27.0	28.9	30.9	33.0	35.0	37.1	39.2	41.4	43.6
40.0	25.5	27.5	29.5	31.6	33.6	35.7	37.9	40.0	42.2	44.4

续表 C.0.12

修正后的测区 回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
40.5	26.0	28.1	30.1	32.2	34.3	36.5	38.6	40.8	43.1	45.3
41.0	26.6	28.6	30.7	32.8	35.0	37.2	39.4	41.6	43.9	46.2
41.5	27.1	29.2	31.3	33.5	35.7	37.9	40.2	42.4	44.8	47.1
42.0	27.6	29.7	31.9	34.1	36.3	38.6	40.9	43.3	45.6	48.0
42.5	28.1	30.3	32.5	34.8	37.0	39.4	41.7	44.1	46.5	48.9
43.0	28.6	30.9	33.1	35.4	37.7	40.1	42.5	44.9	47.4	49.9
43.5	29.2	31.4	33.7	36.1	38.4	40.8	43.3	45.7	48.2	50.8
44.0	29.7	32.0	34.4	36.7	39.1	41.6	44.1	46.6	49.1	51.7
44.5	30.3	32.6	35.0	37.4	39.9	42.3	44.9	47.4	50.0	52.6
45.0	30.8	33.2	35.6	38.1	40.6	43.1	45.7	48.3	50.9	53.6
45.5	31.3	33.8	36.2	38.7	41.3	43.9	46.5	49.1	51.8	54.5
46.0	31.9	34.4	36.9	39.4	42.0	44.6	47.3	50.0	52.7	55.5
46.5	32.4	35.0	37.5	40.1	42.7	45.4	48.1	50.9	53.6	56.5
47.0	33.0	35.6	38.2	40.8	43.5	46.2	48.9	51.7	54.6	57.4
47.5	33.6	36.2	38.8	41.5	44.2	47.0	49.8	52.6	55.5	58.4
48.0	34.1	36.8	39.5	42.2	45.0	47.8	50.6	53.5	56.4	59.4
48.5	34.7	37.4	40.1	42.9	45.7	48.6	51.5	54.4	57.4	—
49.0	35.3	38.0	40.8	43.6	46.5	49.4	52.3	55.3	58.3	—
49.5	35.8	38.6	41.4	44.3	47.2	50.2	53.2	56.2	59.3	—
50.0	36.4	39.2	42.1	45.0	48.0	51.0	54.0	57.1	—	—

表 C.0.13 测区平均碳化深度 $d_m=6\text{mm}$ 时的测区混凝土抗压强度换算表

修正后的测区 回弹代表值 R_s	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.3
16.5	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2	10.8
17.0	—	—	—	—	—	—	—	10.2	10.7	11.3
17.5	—	—	—	—	—	—	10.1	10.7	11.3	11.8
18.0	—	—	—	—	—	10.0	10.6	11.2	11.8	12.4
18.5	—	—	—	—	—	10.4	11.0	11.7	12.3	12.9
19.0	—	—	—	—	10.2	10.9	11.5	12.2	12.8	13.5
19.5	—	—	—	10.0	10.7	11.3	12.0	12.7	13.4	14.1
20.0	—	—	—	10.4	11.1	11.8	12.5	13.2	13.9	14.7
20.5	—	—	10.1	10.8	11.5	12.3	13.0	13.7	14.5	15.2
21.0	—	—	10.5	11.2	12.0	12.7	13.5	14.3	15.0	15.8
21.5	—	10.2	10.9	11.7	12.4	13.2	14.0	14.8	15.6	16.4
22.0	—	10.6	11.3	12.1	12.9	13.7	14.5	15.4	16.2	17.1
22.5	10.2	10.9	11.7	12.6	13.4	14.2	15.1	15.9	16.8	17.7
23.0	10.5	11.3	12.2	13.0	13.9	14.7	15.6	16.5	17.4	18.3
23.5	10.9	11.7	12.6	13.5	14.3	15.2	16.1	17.1	18.0	18.9
24.0	11.3	12.1	13.0	13.9	14.8	15.8	16.7	17.6	18.6	19.6
24.5	11.6	12.5	13.4	14.4	15.3	16.3	17.2	18.2	19.2	20.2
25.0	12.0	12.9	13.9	14.8	15.8	16.8	17.8	18.8	19.9	20.9
25.5	12.4	13.4	14.3	15.3	16.3	17.3	18.4	19.4	20.5	21.6
26.0	12.8	13.8	14.8	15.8	16.8	17.9	19.0	20.0	21.1	22.2

续表 C.0.13

修正后的测区 回弹代表值 R_s	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)									
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)									
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2
26.5	13.2	14.2	15.2	16.3	17.4	18.4	19.5	20.7	21.8	22.9
27.0	13.6	14.6	15.7	16.8	17.9	19.0	20.1	21.3	22.4	23.6
27.5	14.0	15.1	16.2	17.3	18.4	19.6	20.7	21.9	23.1	24.3
28.0	14.4	15.5	16.6	17.8	18.9	20.1	21.3	22.5	23.8	25.0
28.5	14.8	15.9	17.1	18.3	19.5	20.7	21.9	23.2	24.5	25.7
29.0	15.2	16.4	17.6	18.8	20.0	21.3	22.6	23.8	25.1	26.5
29.5	15.6	16.8	18.1	19.3	20.6	21.9	23.2	24.5	25.8	27.2
30.0	16.1	17.3	18.6	19.8	21.1	22.5	23.8	25.2	26.5	27.9
30.5	16.5	17.8	19.1	20.4	21.7	23.1	24.4	25.8	27.2	28.7
31.0	16.9	18.2	19.6	20.9	22.3	23.7	25.1	26.5	28.0	29.4
31.5	17.3	18.7	20.1	21.4	22.8	24.3	25.7	27.2	28.7	30.2
32.0	17.8	19.2	20.6	22.0	23.4	24.9	26.4	27.9	29.4	31.0
32.5	18.2	19.6	21.1	22.5	24.0	25.5	27.0	28.6	30.1	31.7
33.0	18.7	20.1	21.6	23.1	24.6	26.1	27.7	29.3	30.9	32.5
33.5	19.1	20.6	22.1	23.6	25.2	26.8	28.4	30.0	31.6	33.3
34.0	19.6	21.1	22.6	24.2	25.8	27.4	29.1	30.7	32.4	34.1
34.5	20.0	21.6	23.2	24.8	26.4	28.1	29.7	31.4	33.1	34.9
35.0	20.5	22.1	23.7	25.4	27.0	28.7	30.4	32.2	33.9	35.7
35.5	21.0	22.6	24.3	25.9	27.6	29.4	31.1	32.9	34.7	36.5
36.0	21.5	23.1	24.8	26.5	28.3	30.0	31.8	33.6	35.5	37.3
36.5	21.9	23.6	25.4	27.1	28.9	30.7	32.5	34.4	36.3	38.2
37.0	22.4	24.1	25.9	27.7	29.5	31.4	33.2	35.1	37.1	39.0
37.5	22.9	24.7	26.5	28.3	30.2	32.0	34.0	35.9	37.9	39.8

续表 C.0.13

修正后的测区回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
38.0	23.4	25.2	27.0	28.9	30.8	32.7	34.7	36.7	38.7	40.7	
38.5	23.9	25.7	27.6	29.5	31.4	33.4	35.4	37.4	39.5	41.5	
39.0	24.4	26.3	28.2	30.1	32.1	34.1	36.1	38.2	40.3	42.4	
39.5	24.9	26.8	28.7	30.7	32.8	34.8	36.9	39.0	41.1	43.3	
40.0	25.4	27.3	29.3	31.4	33.4	35.5	37.6	39.8	41.9	44.1	
40.5	25.9	27.9	29.9	32.0	34.1	36.2	38.4	40.6	42.8	45.0	
41.0	26.4	28.4	30.5	32.6	34.8	36.9	39.1	41.4	43.6	45.9	
41.5	26.9	29.0	31.1	33.2	35.4	37.6	39.9	42.2	44.5	46.8	
42.0	27.4	29.5	31.7	33.9	36.1	38.4	40.7	43.0	45.3	47.7	
42.5	27.9	30.1	32.3	34.5	36.8	39.1	41.4	43.8	46.2	48.6	
43.0	28.5	30.7	32.9	35.2	37.5	39.8	42.2	44.6	47.1	49.5	
43.5	29.0	31.2	33.5	35.8	38.2	40.6	43.0	45.5	47.9	50.5	
44.0	29.5	31.8	34.1	36.5	38.9	41.3	43.8	46.3	48.8	51.4	
44.5	30.1	32.4	34.8	37.2	39.6	42.1	44.6	47.1	49.7	52.3	
45.0	30.6	33.0	35.4	37.8	40.3	42.8	45.4	48.0	50.6	53.2	
45.5	31.4	33.9	36.4	39.0	41.6	44.3	47.0	49.8	51.5	54.2	
46.0	32.0	34.5	37.1	39.7	42.4	45.1	47.8	50.6	52.4	55.1	
46.5	32.5	35.1	37.7	40.4	43.1	45.9	48.7	51.5	53.3	56.1	
47.0	33.1	35.7	38.4	41.1	43.9	46.7	49.5	52.4	54.2	57.1	
47.5	33.7	36.3	39.0	41.8	44.6	47.5	50.3	53.3	55.1	58.0	
48.0	34.2	36.9	39.7	42.5	45.4	48.3	51.2	54.2	56.1	59.0	
48.5	34.8	37.5	40.4	43.2	46.1	49.1	52.0	55.1	57.0	60.0	
49.0	35.4	38.2	41.0	43.9	46.9	49.9	52.9	56.0	57.9	—	

续表 C.0.13

修正后的测区回弹代表值 R_a	测区混凝土抗压强度换算值 f_{cu} (MPa)										
	修正后的测区混凝土中声速代表值 v_a (km/s)										
	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	
49.5	35.9	38.8	41.7	44.6	47.6	50.7	53.8	56.9	58.9	—	
50.0	36.5	39.4	42.4	45.4	48.4	51.5	54.6	57.8	59.8	—	

- 注：1 表中未列数值可采用内插法求得，精确至 0.1MPa。
 2 表中 v_a 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。
 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。
 4 f_{cu} 为测区混凝土抗压强度换算值；也可按本规程式 (7.0.2) 计算。

附录 D 用实测空气声速法校准超声仪

D.0.1 测量空气中的声速时,取常用一对平面换能器接于超声波仪器上,并开机预热 10min。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 50mm、75mm、100mm、125mm、150mm、175mm、200mm、225mm、250mm……),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 $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$;同时测量空间温度 T_k ,精确至 0.5℃。

测量时应注意下列事项:

- 1 两个换能器辐射面的轴线始终保持在同一直线上。
- 2 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 0.5mm。
- 3 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。

D.0.2 实测空气中声速,可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_0 。

D.0.3 空气中声速计算值可按本规程式 (4.3.1) 求得。

D.0.4 空气中声速计算值 v_k 与空气中声速实测值 v_0 之间的相对误差 e_r 可按下式计算:

$$e_r = (v_k - v_0) / v_k \times 100\% \quad (\text{D.0.4})$$

按式 (D.0.4) 计算所得的值 e_r 不应超过 $\pm 0.5\%$ 。否则,应在检查仪器各部位的连接后重测,或更换超声波检测仪。

附录 E 检测报告

E.0.1 结构或构件混凝土强度的检测报告应包括下列主要内容:

- 1 建设单位名称。
- 2 工程名称和结构或构件名称。
- 3 施工单位及施工日期。
- 4 混凝土原设计强度等级。
- 5 结构或构件所用粗骨粒的粒径级配和材质。
- 6 检验原因和依据 (所用标准名称及编号)。
- 7 抽检范围及试样名称、编号,检测部位简图或示意图。
- 8 仪器型号、出厂编号、合格证号及检定有效日期。
- 9 出具报告的单位名称、测试负责人、报告审定人的姓名、上岗证号。
- 10 构件的测区混凝土强度换算值的平均值、标准差及强度推定值,必要时给出测区混凝土强度换算值。
- 11 检测日期、报告日期及其他说明图表等。
- 12 结论意见。

附录 F 超声回弹综合法检测记录表

工程名称 _____ 构件名称 _____
 设备: 回弹仪 _____; 率定值 _____; 超声仪 _____; 换能器 _____ kHz; t_0 _____; 环境温度 _____ °C
 回弹测试面 _____; 测试角度 _____; 超声测试方式: 对测 (侧, 顶-底); 平测 (侧, 顶, 底); 角测

共 页, 第 页

构件 编号	测 区	测点回弹值 R_i								测区回弹 代表值 R	测点碳化深度值 d_i			测区碳化 平均值 d_m (mm)	测点测距 l_i /声时 t_i			测区声速 代表值 v (km/s)	备注
		1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3		1	2	3		
	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
	6																		

续表

构件 编号	测 区	测点回弹值 R_i								测区回 弹代表 值 R	测点碳化深度值 d_i			测区碳化 平均值 d_m (mm)	测点测距 l_i /声时 t_i			测区声速 代表值 v (km/s)	备注
		1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3		1	2	3		
	7																		
	8																		
	9																		
	10																		

复核:

计算:

记录:

检验:

测试日期: 年 月 日

附录 G 结构混凝土抗压强度计算表

构件名称和编号:

共 页, 第 页

计算项目		测区									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回弹值	测区代表值										
	角度修正值										
	角度修正后										
	浇筑面修正值										
	浇筑面修正后										
声速值 (km/s)	测区代表值										
	修正系数 β 、 λ										
	修正后的值										
平均碳化深度值 (mm)											
强度修正系数值 η											
测区强度换算值 (MPa)											
强度推定值 (MPa) $n=$		$m f_{cu} =$ MPa	$s f_{cu} =$ MPa	$f_{cu,e} =$ MPa							
使用的测区强度换算表		规程, 地区, 专用		备注							

复核:

计算:

计算日期: 年 月 日

本规程用词说明

1 为了便于执行本规程条文时区别对待, 对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格, 非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2) 表示严格, 在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择, 在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择, 在一定条件下可以这样做的用词:

正面词采用“可”;

反面词采用“不可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时, 写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。非必须按所指定的标准执行时, 写法为“可参照……”。

江苏省工程建设标准

超声回弹综合法检测混凝土抗压强度
技术规程

DGJ32/TJ 144—2012

条文说明

目次

1 总则	79
3 回弹仪	81
3.1 技术要求	81
3.2 检定	81
3.3 保养	82
4 混凝土超声波检测法	83
4.1 一般规定	83
4.2 换能器技术要求	85
4.3 校准和保养	85
5 检测技术	87
5.1 一般规定	87
5.2 回弹值检测	88
5.3 超声检测	89
5.4 碳化深度值检测	89
6 数据计算	90
6.1 回弹值计算	90
6.2 声速值计算	90
6.3 碳化深度值计算	91
7 混凝土强度推定	92

1 总 则

1.0.1 本规程明确规定“对于有条件的地区和部门，应制定本地区的测强曲线或专用曲线”。为了保证检测精度，提高江苏省建筑工程质量检测水平，制定本规程。

1.0.2 本规程的结构混凝土系指《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 第 2.1.1 条所定义的干密度为 $2000\sim 2800\text{kg/m}^3$ 的水泥混凝土以及参照第 2.1.9 条的规定为“混凝土拌和物的坍落度不低于 100mm 并用泵送施工的混凝土”。本规程适合检测江苏地区预拌混凝土。

由于回弹值是回弹仪通过混凝土表面硬度推算出来的，因此不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的混凝土结构或构件的检测。当混凝土表面遭受了火灾、冻伤、受化学物质侵蚀或内部有缺陷时，就不能直接采用超声回弹综合法检测。

对于采用超声回弹综合法检测泵送混凝土强度，若泵送混凝土所浇成的结构构件的混凝土相对较均匀，可直接采用超声回弹综合法；但若泵送混凝土坍落度偏大、和易性较差、施工过振而造成所筑混凝土分层明显、均质性差，则建议直接采用取芯法或用取芯修正超声回弹综合法检测其混凝土强度。

1.0.3 在正常情况下，混凝土强度的检验与评定应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 及《混凝土强度检验评定标准》GB J107 执行。出现如下情况之一时，可按本规程进行检测，检测结果可作为处理混凝土质量的一个依据：当出现标准养护试件或同条件试件数量不足或未按规定制作时；当所制作的标准试件或同条件试件与所成型的构件在材料用量、配合比、水灰比等方面有较大差异，已不能代表构件的混凝土质量时；当标准试件或同条件试件的试压结果不符合规定的对结构或构件的强

度要求，并且对该结果持有怀疑时。

检测机构的检测人员若未经过统一培训，则会对同一结构或构件混凝土强度的推定结果存在着因人而异的混乱现象。因此，从事本项检测的人员均应培训，并持有相应主管部门认可的资格证书。

1.0.4 “国家现行相关标准的规定”指设计、施工、验收等方面的要求。

3 回弹仪

3.1 技术要求

3.1.1 本规程规定了回弹法主要采用指针直读式的中型回弹仪；对采用数字显示、自动记录的混凝土回弹仪，只要其示值系数进行检定并符合要求，则允许使用。回弹仪可以是指针直读式的，也可以是数字式的。

3.1.2、3.1.3 这两条说明了回弹仪的基本规定及使用温度。

3.2 检定

3.2.1 本条规定了回弹仪应检定的几种情况：

1 新出厂的仪器，由于在生产过程的质量控制水平不同，而且贮存运输过程中会对仪器产生一定影响，为保证仪器启用时处于标准状态，应进行检定。

2 依据《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 的相关条文，仪器检定有效期限规定为半年。

3 数字回弹仪数字显示的回弹值与指针直读示值相差大于1，表明仪器已偏离标准状态，应进行检定。

4 更换主要零件后，仪器的整体性能会产生变化，应进行检定。

5 仪器经常规保养后，钢砧率定值仍不符合要求，表明仪器已偏离标准状态，应进行检定。

6 遭受严重撞击或其他损害的回弹仪，无法采用常规保养的方式使其处于标准状态，应进行检定。

- 3.2.2 本条规定了回弹仪率定的几种情况。
- 3.2.3 本条规定了回弹仪率定试验的要求。
- 3.2.4 本条规定了钢砧检定或校准的要求。

3.3 保 养

检测用回弹仪应注意日常保养以保持正常状态,本节规定了维护保养的基本要求与方法。

4 混凝土超声波检测仪

4.1 一般规定

4.1.1 用于混凝土检测的超声波检测仪有多种型号,其技术性能应符合《混凝土超声波检测仪》JG/T 5004 的规定。为了确保测试数据的可靠性,无论使用哪种型号的超声波检测仪器,都必须通过正式技术鉴定,并具有产品质量合格证及检定或校准证书。

国内先后研制生产了模拟型、数字型非金属超声波检测仪。为了使本规程能适应这两类混凝土超声波检测仪的使用,在修订时,除了保留两类仪器的共性要求外,还分别对模拟型和数字型超声波检测仪的技术性能提出了要求。这两类混凝土超声波检测仪的特点是:

1 模拟型仪器的接收信号为连续模拟量,通过时域波形由人工读取声学参数。其中,声时采用游标或整形关门信号关断计数电路来测读脉冲波从发射到计数电路被关断所经历的时间,并经译码器和数码管显示出来。波幅读数是通人工调节,读取衰减器的“dB”数或首波高度“格”数。

2 数字型仪器是将所接受的信号经高速 A/D 转换为离散的数字量并直接输入计算机,通过相关软件进行分析处理,自动读取声时、波幅和主频值,并显示于仪器的屏幕上,具有对数字信号采集、处理、存储等高度智能化的功能。

4.1.2、4.1.3 这两条规定超声波检测仪的技术要求和使用要求。两类超声波检测仪应满足下列通用技术要求:

1 混凝土强度检测主要利用超声波传播速度,获得可靠的

声速值应准确测量声时和声传播路程，因此有此要求。

2 声时最小分度是声时测量精度的决定因素，因此超声检测仪应满足这个要求。

3 由于不同首波高度下测量的声时值存在一定差异，因此在声时测量中宜采用衰减器先将首波调至一定高度后再进行测试。超声波检测仪应具有最小分度为 1dB 的衰减器。

4 仪器接收放大器的频响范围应与混凝土超声检测中所采用的换能器的频率相适应。检测混凝土所采用的换能器一般为 20~250kHz（混凝土强度检测为 50~100kHz），所以接收放大器在此频响范围内可以满足电气性能的要求。对仪器不能单纯追求接收放大器的增益，应同时考虑其噪声水平，采用信噪比达到 3:1 时的接收灵敏度较为适当，可以直观地反映出仪器的真实测试灵敏度。

5 仪器对电源电压有一个适应范围，当电压在此范围内波动时，仪器的指示仍能满足规定的要求。

4.1.4 对于模拟型超声波检测仪，除了满足上述要求外，还应满足下列技术要求：

1 模拟型超声波检测仪必须具备手动游标读数功能，以便准确判读首波声时。自动整形声时读数功能一般仅能适应强信号、弱噪声条件。当信号较弱或信噪比较低时，自动整形读取的声时值偏大甚至丢波，会造成很大的测试误差，应谨慎使用。

2 模拟型仪器数码显示的稳定性是准确测量声时的基础。现场测试时一般要求仪器连续工作 4h 以上，在此工作期间，仪器性能必须保持一定的稳定性。

4.1.5 对数字型超声波检测仪，还应满足以下技术要求：

1 采集、存储数字信号，并按检测要求对数据进行计算处理，是数字式超声波检测仪应具有的基本功能。

2 数字型仪器以采用自动判读为主，在大距离测试或信噪

比极低的情况下，需要用手动游标读数。不管手动还是自动判读声时，在同一测试条件下，测读数值都应具有一定的重复性。重复性越好，说明声时读数越准确可靠，故应建立一个声时测量重复性的检查方法。在重复测试中，首波起始点的样本偏差点数乘以样本的时间间隔，即为声时读数的差异。

3 在自动判读声时的过程中，仪器屏幕上应显示判读的位置，这样可及时检查自动读数是否有误。

4.1.6 综合法采用的超声仪由电子元器件组成，检测环境和测试条件若不满足检测要求，就会带来测试偏差。当环境温度低于 0℃ 时，混凝土中的自由水结冰，体积增大，可导致声速值偏高，从而产生较大的测试误差。当环境温度高于 40℃ 时，超过了仪器例行的使用温度，因电子元件性能改变，也会产生测试误差。

4.2 换能器技术要求

4.2.1 大量模拟试验表明，由于超声脉冲波的频散效应，采用不同频率换能器测量的混凝土中声速有所不同，且声速有随换能器频率增高而增大的趋势。当换能器工作频率为 50~100kHz 时，所测声速偏差较小，所以本规程对换能器的工作频率做了限制。

4.2.2 换能器的实际频率与标称频率应尽量一致。若实际频率与标称频率差异过大，则测读的声时值会产生较大误差，以致测出的声速值难以反映混凝土的真实强度值。

4.3 校准和保养

4.3.1 由物理学可知，常温下空气中的声速值除了随温度变化而有一定变化外，受其他因素的影响很小。因此，用测量空气中

声速的方法定期检验仪器性能是一种简单易行的方法。此方法不仅可检验仪器的计时机构是否可靠，还验证了仪器操作者的声时读取方法是否正确。

4.3.2 在声速测量过程中有一个声时初读数，它除了与仪器的传输电路有关外，还与换能器的构造和高频电缆长度有关。因此，每次检测时，应对所用仪器和按需要配置的换能器、电缆线进行测量。

4.3.3 为确保仪器处于正常状态，应定期对超声仪进行保养。仪器工作时应注意防尘、防震；仪器应存放在阴凉、干燥的环境中；对较长时间不用的仪器，应定期通电，排除潮气。

5 检测技术

5.1 一般规定

5.1.1 本条规定了检测结构或构件混凝土强度时应具有的必要资料。若需对结构进行鉴定计算，委托方还应提供设计（建筑、结构）图纸。

5.1.2 单个构件是指各层轴线间或同层平面内轴线间的混凝土梁、板、柱、墙等构件，检测时随混凝土龄期和混凝土设计强度等级不同而划分检测批。当采用超声回弹综合法检测混凝土构件的强度时，检测构件的编号（A-1）、框架梁的编号（A-3-4）、混凝土板的编号（A-B-3-4），以轴线间对应的构件为检测构件。本条规定了超声回弹综合法检测结构或构件测区布置的基本原则。所谓测区是指在结构或构件上同时进行超声、回弹测试的一个检测单元。

本规程规定，构件抽样数不应少于同批构件的30%，此规定严于《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的规定。当用于一般施工质量检测和结构性能检测时，可按照《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344规定的A、B检测类型抽样，见表1。

表1 建筑结构抽样检验的最小样本容量

检测批容量	检测类别和样本最小容量			检测批容量	检测类别和样本最小容量		
	A	B	C		A	B	C
2~8	2	2	3	501~1200	32	80	125
9~15	2	3	5	1201~3200	50	125	200

续表 1

检测批容量	检测类别和 样本最小容量			检测批容量	检测类别和 样本最小容量		
	A	B	C		A	B	C
16~25	3	5	8	3201~10000	80	200	315
26~50	5	8	13	10001~35000	125	315	500
51~90	5	13	20	35001~150000	200	500	800
91~150	8	20	32	150001~500000	315	800	1250
151~280	13	32	50	>500000	500	1250	2000
281~500	20	50	80	—	—	—	—

5.1.3 按批抽样检测时,符合本条第1~4款条件的构件才可作为同批构件。

5.1.4、5.1.5 这两条规定了在被测构件或结构上布置测区的具体要求。

5.1.6、5.1.7 这两条提出了对综合法测试顺序和测区混凝土强度计算的规定。

5.2 回弹值检测

5.2.1 因建立测强曲线时是将回弹仪置于水平方向检测混凝土试件的成型侧面,所以在一般情况下,均应按此要求进行现场回弹检测。当结构或构件不能满足这一要求时,也可将回弹仪置于非水平方向(如检测屋架腹杆、基础坡面等),或混凝土成型的表面、底面(如检测混凝土顶板,或已安装好的预制构件),进行检测,但检测时回弹仪的轴线方向应始终与结构或构件的测试面垂直。回弹值按本规程第6.1.2、6.1.3条的规定进行修正。

5.2.2、5.2.3 这两条规定了测区的测点数量和位置。

5.3 超声检测

5.3.1 3个超声测点应布置在回弹检测的同一测区内。超声检测应优先采用对测,当被测构件不具备对测条件时(如角柱,地下室外墙、底板),可采用角测或单面平测法。平测时,两个换能器的连线应与附近钢筋的轴线保持 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 的夹角,以避免钢筋的影响。大量实践证明,平测时测距宜采用350~450mm,以使接收信号首波清晰易辨认。角测和平测的具体测试方法见本规程附录B。

5.3.2 使用耦合剂是为了保证换能器辐射面与混凝土测试面达到完全接触,排除其间的空气和杂物。同时,每一测点均应使耦合层达到最薄,以保持耦合状态一致。只有这样,才能保证声时测量条件的一致性。

5.3.3 本条对声时读数和测距量测的精度提出了严格要求,这是因为声速值准确与否完全取决于声时和测距量测是否准确可靠。

5.4 碳化深度值检测

碳化深度测试过程中,测点代表性的选择及测孔的清理状况往往影响测试结果。为此,本节规定采样原则,并规定碳化深度测点数不少于3个,同时要求孔洞深度大于6mm,避免多次开洞。

6 数据计算

6.1 回弹值计算

6.1.1 本条规定了测区回弹代表值的计算方法。从 16 个回弹值中剔除 3 个最大值和 3 个最小值，取余下 10 个回弹值的平均值作为测区回弹代表值。此种计算方法与其他国家有所不同，其测试和计算十分简捷，不必在测试现场计算和补点，且标准差较小。按此法计算，与建立测强曲线时的计算方法一致，不会引入新的误差。

6.1.2 由于现场检测条件的限制，有时只能沿非水平方向检测混凝土浇筑方向的侧面（如检测挡土墙的斜侧面混凝土强度时），此时对所测得的回弹值需按不同测试角度进行检测修正。

6.1.3 沿水平方向检测构件浇筑的表面或底面（如平卧预制的屋架翻身立起时，此时即为水平方向检测浇筑面或底的混凝土强度），此时对所测得的回弹值需按浇筑面或底进行检测修正。

6.1.4 若检测时回弹仪为非水平方向且测试面为非混凝土的浇筑侧面（如现浇坡屋面等的混凝土强度检测），应先进行角度修正，然后用角度修正后的回弹值再进行浇筑面修正。这种先后修正的顺序不能颠倒。

6.2 声速值计算

本节规定了测区混凝土中声速代表值的计算和修正方法。测区混凝土中声速代表值是取超声测距除以测区内 3 个测点混凝土中的声时平均值。当超声测点在浇筑方向的侧面对测或斜测时，

声速不做修正。若只能沿构件浇筑的表面和底面对测，测得的声速偏低，试验表明，沿此方向测得的声速需要乘以修正系数 1.034。若只能在构件浇筑的表面或底面平测，由于混凝土浇筑表面浮浆多，相对于侧面来说，砂浆含量多、石子含量小，因此测得的声速偏低；由于混凝土浇筑、振捣过程中石子下沉而导致底面层石子含量增多，因此测得的声速偏高。对比试验表面，与在侧面平测的声速相比较，在浇筑表面平测的声速约偏低 5%，在浇筑底面平测的声速约偏高 5%。

6.3 碳化深度值计算

6.3.1 本条规定了测区碳化深度的计算方法，精确至 0.5mm。

6.3.2 本条规定了碳化深度最大值为 6mm，超过 6mm 的以等于 6mm 计算。根据试验结果，当碳化深度增大至 6mm 以上时，对回弹值的影响趋向平衡。

7 混凝土强度推定

7.0.1、7.0.2 这两条规定了江苏省的超声回弹综合法检测参数代表值及按测强曲线的换算。江苏省的超声回弹综合法是根据采集到的一万多组有效数据，经过回归分析得到的。该曲线的相关系数 r 为 0.955；平准相对误差 δ 为 10.86%；相对标准误差 e_r 为 12.88%。本回归曲线精度大大优于国家、行业标准对地区测强基准曲线的精度要求。

7.0.3 由于我国幅员辽阔，材料分散，混凝土品种繁多，生产工艺又不断改进，所建立的全国统一曲线很难适应全国各地情况。因此，凡有条件的省、直辖市、自治区，可采用本地区常用的有代表性的材料、成型养护工艺和龄期为基本条件，制作一定数量的混凝土立方体试件，进行超声、回弹和抗压试验，建立本地区测强曲线或大型工程专用测强曲线。这种测强曲线，对于本地区或本工程来说，它的适应性和强度推定误差均优于全国统一曲线。本规程规定，专用测强曲线相对标准误差 e_r 不大于 10%；地区（如江苏省内的无锡地区、扬州地区、徐州地区）测强曲线相对标准误差 e_r 不大于 12%。

7.0.4 结构或构件混凝土强度的平均值和标准差是用各测区的混凝土强度换算值来计算的。当按批推定混凝土强度时，若测区混凝土强度标准差超过本规程第 7.0.5 条的规定，说明该批构件的混凝土制作条件不尽相同，混凝土强度质量均匀性差，不能按批推定混凝土强度。

7.0.5 在实际检测中会遇到被测结构或构件的材料及龄期与测强曲线制定条件有较大差异的情况，采用修正量的方法可对结果进行必要修正。在此方法中，修正所采用的试件尺寸规定为标准试件尺寸，即芯样试件直径为 100mm、高度为 100mm。

7.0.6 当构件测区数小于 10 个时，因样本太少，取最小值作为强度推定值。此外，当构件中出现测区强度无法查出（如 $f_{cu,i} < 10\text{MPa}$ 或 $f_{cu,i} > 60\text{MPa}$ ），因无法计算平均值及标准差，也只能以最小值作为强度推定值。

7.0.7 当测区间的标准差过大时，说明已有某些系统误差因素在起作用，例如构件不是同一强度等级、龄期差异较大等，不属于同一母体，因此不能按批进行推定。