

北京市地方性标准

**回弹法、超声回弹综合法
检测泵送混凝土强度技术规程**

**Technical Specification for Inspection of Pumped
Concrete Compressive Strength by Rebound Method
or Ultrasonic-Rebound Combined Method**

编 号:DBJ/T01-78-2003

备案号:J10306-2003

主编部门:北京市建设工程质量检测中心

批准部门:北京市建设委员会

施行日期:2004 年 2 月 1 日

2003 北 京

**关于发布北京市标准
《回弹法、超声回弹综合法检测泵送
混凝土强度技术规程》的通知**

京建科教〔2003〕527号

各区、县建委、各局、总公司，各有关单位：

根据北京市建委京建科教〔2003〕261号文件的要求，由北京市建设工程质量检测中心主编的《回弹法、超声回弹综合法检测泵送混凝土强度技术规程》已经有关部门审查通过。现批准该规程为北京市推荐性标准，编号为 DBJ/T01—78—2003，自2004年2月1日起执行。

该标准由北京市建设委员会负责管理、解释工作，北京城建科技促进会负责组织印刷、出版工作。

特此通知

北京市建设委员会
二〇〇三年十一月五日

前 言

本规程是根据北京市建设委员会〈关于印发《北京市工程建设技术标准 2003 年度编制计划》的通知〉（京建科〔2003〕261号）的要求，为提高回弹法和超声回弹综合法在北京地区检测泵送混凝土强度的精度，由北京市建设工程质量检测中心会同有关单位制定。

本规程的主要技术内容是：1 总则；2 术语、符号；3 回弹仪；4 超声波检测仪；5 检测技术；6 回弹值和超声值计算；7 测强曲线；8 混凝土强度的推定。

本规程由北京市建设委员会归口管理，授权主编单位负责具体解释。

本规程主编单位是：北京市建设工程质量检测中心（地址：西三环南路甲 17 号；邮政编码：100073）

本规程参编单位是：

国家建筑工程质量监督检验中心

北京建都宏业建设工程质量检测所

北京市建设工程质量检测中心第一检测所

北京市建设工程质量检测中心第二检测所

北京市建设工程质量检测中心第三检测所

北京市建设工程质量检测中心第五检测所

主 编：邱 平

副主编：张玉平 张元勃

本规程主要起草人是：白健红、张英莲、杨 威、任 容、刘 柯、王增培、李永生、王 翊、孙功轩、胡耀林、汪 良、艾毅然、袁中阁、刘建江、刘信奎。

本规程协作单位是：

北京市第六建筑工程公司混凝土搅拌站
北京城建亚东混凝土有限责任公司
北京市第一建筑工程公司商品混凝土公司
北京市第二建筑工程有限责任公司混凝土分公司
北京芦沟桥质衡混凝土有限责任公司
北京市玉泉路构件厂
北京市城建集团有限责任公司混凝土分公司
北京三建商品混凝土搅拌站
北京城建四建筑工程有限责任公司搅拌站
北京望京谊合混凝土有限责任公司
中国建筑一局集团华江公司混凝土搅拌站
中建一局二公司混凝土分公司
北京中建北瑞混凝土有限责任公司
北京中建华诚混凝土有限公司
北京市住宅建筑构件厂
北京城建五建设工程有限公司混凝土搅拌站
北京中超混凝土有限责任公司
北京市第五建筑工程公司混凝土搅拌站
北京市高强混凝土有限责任公司第一搅拌站
北京市朝阳区田华和众商品混凝土搅拌站

目 次

1	总则	1
2	术语、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	超声波检测仪	7
4.1	技术要求	7
4.2	换能器技术要求	8
4.3	超声仪器检定与保养	8
5	检测技术	9
5.1	一般规定	9
5.2	回弹值测量.....	11
5.3	碳化深度值测量.....	11
5.4	超声速度值测量.....	12
6	回弹值和超声值计算.....	13
6.1	回弹值计算.....	13
6.2	超声速度值计算.....	14
7	测强曲线.....	15
8	混凝土强度的推定.....	16
附录 A	回弹法北京地区泵送混凝土测区混凝土强度 换算表	18

附录 B	超声回弹综合法北京地区泵送混凝土测区 混凝土强度换算表	25
附录 C	非水平状态检测时的回弹值修正值	34
附录 D	不同浇筑面的回弹值修正值	36
本规程用词说明	37
条文说明	39

1 总 则

1.0.1 为提高回弹法和超声回弹综合法在北京地区检测泵送混凝土抗压强度（以下简称混凝土强度）的精度，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于北京地区建设工程泵送混凝土强度的检测。

当对结构的泵送混凝土强度有检测要求时，可按本规程进行检测，检测结果可作为处理混凝土质量问题的依据之一。

本规程不适用于非泵送混凝土强度的检测，也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。

1.0.3 使用回弹仪和超声仪进行工程检测的人员，应通过专业培训，并应持有相应的资格证书。

1.0.4 使用回弹法或超声回弹综合法检测、推定泵送混凝土强度，除应遵守本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 结构 constraction

房屋建筑结构由混凝土梁、板、柱、墙等组成的能承受竖向、水平作用所产生各种效应的组合体。

2.1.2 构件 member

按照检测要求确定的各层轴线与轴线间的梁、板、柱、墙等混凝土结构单元。

2.1.3 测区 test area

检测结构或构件混凝土抗压强度时的一个检测单元。

2.1.4 测点 test point

在测区内的一个检测点。

2.1.5 超声回弹综合法 ultrasonic—Rebound combined method

本规程所指的超声回弹综合法，系采用带波形显示的低频超声波检测仪配频率为(50~100) kHz的换能器，测量混凝土的超声波声速值和采用标准能量为2.207J的混凝土回弹仪测试的回弹值，并根据声速值与回弹值推定混凝土强度的方法。

2.1.6 声速 velocity of sound

超声脉冲波在混凝土中单位时间内传播的距离。

2.1.7 波幅 amplitude

超声脉冲波通过混凝土后，由接收换能器接收、并由超声仪显示的首波信号幅度。

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

由测区的平均回弹值和碳化深度值或声速值通过测强曲线换算得到的该测区的现龄期混凝土抗压强度值。

2.2 符 号

R_i —第 i 个测点的回弹值。

R_m —测区或试件的平均回弹值。

$R_{m\alpha}$ —回弹仪非水平方向检测混凝土时，测区的平均回弹值。

R_m^s —回弹仪在水平方向检测混凝土浇筑表面时，测区的平均回弹值。

R_m^b —回弹仪在水平方向检测混凝土浇筑底面时，测区的平均回弹值。

R_i^s —回弹仪检测混凝土浇筑表面时，回弹值的修正值。

R_i^b —回弹仪检测混凝土浇筑底面时，回弹值的修正值。

R_{α} —非水平状态检测时，回弹值的修正值。

d_i —第 j 测区第 i 个碳化读数值，读至 0.5mm。

$d_{m,j}$ —第 j 测区碳化读数平均值，精确至 0.5mm。

d_m —构件碳化平均值，精确至 0.5mm。

t_1 、 t_2 、 t_3 —测区中各点声时值。

t_m —测区平均声时值。

l —超声测距。

v —测区声速值。

v_s —修正后的测区声速值。

v^s —温度为 T_K 时的空气声速 (m/s)。

T_K —被测空气的温度。

β —超声测试面修正系数。

$f_{cu,i}^c$ —测区混凝土强度换算值。

$f_{cu,i}$ —与结构或构件同条件混凝土立方体试件的抗压强度值。

$f_{cor,i}$ —混凝土芯样试件的抗压强度值。

η —修正系数。

$f_{\text{cu},\text{min}}^c$ —构件中最小的测区混凝土强度换算值。

$S_{f_{\text{cu}}^c}$ —同批构件测区混凝土强度换算值的标准差。

$f_{\text{cu},e}$ —构件混凝土强度推定值。

3 回 弹 仪

3.1 技术要求

3.1.1 测定回弹值的仪器，宜采用示值系统有指针直读装置的混凝土回弹仪。

3.1.2 回弹仪必须具有制造厂的产品合格证及检定单位的检定合格证，并应在回弹仪的明显位置上具有下列标志：名称、型号、制造厂名（或商标）、出厂编号、出厂日期和中国计量器具制造许可证标志 CMC 及许可证证号等。

3.1.3 回弹仪应符合下列标准状态的要求：

1 水平弹击时，弹击锤脱钩的瞬间，回弹仪的标准能量应为 2.207J；

2 弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间，弹击拉簧应处于自由状态，此时弹击锤起跳点应相应于指针指示刻度尺上“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 。

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

3.2 检 定

3.2.1 回弹仪具有下列情况之一时应送检定单位检定：

- 1 新回弹仪启用前；
- 2 达到检定有效期限（有效期为半年）；
- 3 累计弹击次数超过 6000 次；
- 4 经常规保养后钢砧率定值不合格；
- 5 遭受严重撞击或其他损害。

3.2.2 回弹仪应由法定部门并按照国家现行标准《混凝土回弹仪检定规程》JJG817 对回弹仪进行检定。

3.2.3 回弹仪在工程检测前后，应在钢砧上作率定试验，并应

符合本规程第 3.1.3 条的规定。

3.2.4 回弹仪率定试验宜在干燥、室温为 $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行。率定时，钢砧应稳固地平放在刚度大的物体上。测定回弹值时，取连续向下弹击三次的稳定回弹平均值。弹击杆应分四次旋转，每次旋转宜为 90° 。弹击杆每旋转一次的率定平均值应为 80 ± 2 。

3.3 保 养

3.3.1 回弹仪具有下列情况之一时应进行常规保养：

- 1 弹击超过 2000 次；
- 2 对检测值有怀疑时；
- 3 在钢砧上的率定值不合格。

3.3.2 常规保养应符合下列规定：

- 1 使弹击锤脱钩后取出机芯，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；
- 2 机芯各零部件应进行清洗，重点清洗中心导杆、弹击锤和弹击杆的内孔和冲击面。清洗后应在中心导杆上薄薄涂抹钟表油，其它零部件均不得抹油；
- 3 应清理机壳内壁，卸下刻度尺，并应检查指针，其摩擦力应为 $0.5\text{N} \sim 0.8\text{N}$ ；
- 4 不得旋转尾盖上已定位紧固的调零螺丝；
- 5 不得自制或更换零部件；
- 6 保养后应按本规程第 3.2.4 条的要求进行率定试验。

3.3.3 回弹仪使用完毕后应使弹击杆伸出机壳，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，应将弹击杆压入仪器内，经弹击后方可按下按钮锁住机芯，将回弹仪装入仪器箱，平放在干燥阴凉处。

4 超声波检测仪

4.1 技术要求

4.1.1 超声波检测仪应通过技术鉴定，并必须具有产品合格证。

4.1.2 用于混凝土的超声波检测仪分为以下两类：

1 模拟式：接收信号为连续模拟量，可由时域波信号测读声学参数；

2 数字式：接收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。

4.1.3 超声波检测仪应符合《混凝土超声波检测仪》（JG/T 5004）标准的要求，并在法定计量检定有效期内使用。

4.1.4 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 声时最小分度为 $0.1\mu\text{s}$ ；
- 3 具有最小分度为 1dB 的衰减系统；
- 4 接收放大器频响范围 $10\text{ kHz}\sim 500\text{ kHz}$ ，总增益不小于 80dB，接收灵敏度（在信噪比为 3：1 时）不大于 $50\mu\text{V}$ 。
- 5 电源电压波动范围在标称值 $\pm 10\%$ 的情况下正常工作；
- 6 连续正常工作时间不少于 4h。

4.1.5 对于模拟式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 $20\mu\text{s}\sim 30\mu\text{s}$ 范围，连续 1h 数字变化不大于 $\pm 0.2\mu\text{s}$ 。

4.1.6 对于数字式超声波检测还应满足下列要求：

- 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的方式。当自动测读时，在同一测试条件下，1h 内每 5min 测读一次声时的差异应不大于 ± 2 个采样点；

3 自动测读方式下，在显示的波形上应有光标指示声时、波幅的测读位置。

4.2 换能器技术要求

4.2.1 换能器的频率宜在 50kHz~100kHz 以内。

4.2.2 换能器实测频率与标称频率相差应不大于±10%。

4.3 超声仪器检定与保养

4.3.1 超声波检测仪声时计量的检验，应按“时—距”法测量空气声速实测值 ν^s ，并与按公式 (4.3.1) 计算的空气声速标准值 ν^s 相比较，二者的相对误差应不大于 0.5%。

$$\nu^s = 331.4 \sqrt{1 + 0.00367 T_K} \quad (4.3.1)$$

式中 ν^s —温度为 T_K 时的空气声速 (m/s)；

T_K —被测空气的温度 (℃)。

4.3.2 每次检测时，根据测试需要在仪器上配置合适换能器和高频电缆后，应先测定声时初读数 t_0 。检测过程中如更换高频电缆或换能器，应重新测定 t_0 。

4.3.3 超声波检测仪应定期进行保养。

5 检测技术

5.1 一般规定

5.1.1 结构或构件混凝土强度检测宜具有下列资料：

- 1 工程名称及设计、施工、监理、建设和监督单位名称；
- 2 结构或构件名称、外形尺寸、数量及混凝土强度等级；
- 3 水泥品种、强度等级、安定性、生产厂家；砂、石种类、粒径；外加剂或掺合料品种、掺量；混凝土配合比；泵送混凝土生产单位等；
- 4 施工时模板、浇筑、养护情况及成型日期等；
- 5 必要的设计图纸和施工记录；
- 6 检测原因。

5.1.2 结构或构件混凝土强度检测可采用下列两种方式，其适用范围及结构或构件数量应符合下列规定：

1 单个检测：适用于单个结构或构件的检测；当被检测构件数量少于 10 个时，按单个构件检测；

2 批量检测：适用于在相同的生产工艺条件下，混凝土强度等级相同，原材料、配合比、成型工艺、养护条件基本一致且龄期相近的同类结构或构件。按批进行检测的构件，抽检数量不得少于同批构件总数的 30% 且构件数量不得少于 10 件。抽检构件时，应随机抽取并使所选构件具有代表性。

5.1.3 每一结构或构件的测区应符合下列规定：

1 每一结构或构件测区数不应少于 10 个，对某一方向尺寸小于 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；

2 相邻两测区的间距应控制在 2m 以内，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；

3 测区应选在使回弹仪处于水平方向检测混凝土浇筑侧面。

当不能满足这一要求时，可使回弹仪处于非水平方向检测混凝土浇筑侧面、表面或底面；

4 测区宜选在构件的两个对称可测面上，也可选在一个可测面上，且应均匀分布。在构件的重要部位及薄弱部位必须布置测区，并应避开预埋件；

5 测区的面积不宜大于 0.04m^2 ；

6 检测面应为混凝土表面，并应清洁、平整、干燥，不应有疏松层、浮浆、油垢、涂层以及蜂窝、麻面，必要时可用砂轮清除疏松层和杂物，且不应有残留的粉末或碎屑；

7 对弹击时产生颤动的薄壁、小型构件应进行固定。

5.1.4 结构或构件的测区应标有清晰的编号，并宜在记录纸上描述测区布置示意图和外观质量情况。

5.1.5 当检测结果用于结构或构件安全性评估时，应采用取芯或其他方法进行验证。

5.1.6 当检测条件与测强曲线的适用条件有较大差异时，可采用同条件试件或钻取混凝土芯样进行修正，试件或钻取芯样数量不应少于 6 个。钻取芯样时每个部位应钻取一个芯样，计算时，测区混凝土强度换算值应乘以修正系数。

修正系数可按下列方法确定：

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cu},i} / f_{\text{cu},i}^c \quad (5.1.5-1)$$

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cor},i} / f_{\text{cu},i}^c \quad (5.1.5-2)$$

式中 η —修正系数，精确到 0.01；

$f_{\text{cu},i}$ —第 i 个混凝土立方体试件（边长为 150mm）的抗压强度值，精确到 0.1MPa；

$f_{\text{cor},i}$ —第 i 个混凝土芯样试件的抗压强度值，精确至 0.1MPa；

$f_{cu,i}^c$ —用回弹法检测时，对应于第 i 个试件或芯样部位的回弹值和碳化深度值的混凝土强度换算值；用超声回弹综合法检测时，对应于第 i 个试件或芯样部位的超声速度值和回弹值的混凝土强度换算值；可按本规程附录 A 或附录 B 中的换算表查出。

n —试件数。

5.2 回弹值测量

5.2.1 检测时，回弹仪的轴线应始终垂直于结构或构件的混凝土检测面，缓慢施压，准确读数，快速复位。

5.2.2 测点宜在测区范围内均匀分布，相邻两侧点的净距不宜小于 20mm；测点距外露钢筋、预埋件的距离不宜小于 30mm。测点不应在气孔或外露石子上，同一测点只应弹击一次。每一测区应记取 16 个回弹值，每一测点的回弹值读数估读至 1。

5.3 碳化深度值测量

5.3.1 回弹值测量完毕后，应在有代表性的位置上测量碳化深度值，测点数不应少于构件测区数的 30%，取其平均值为该构件每一测区的碳化深度值。当碳化深度值极差大于 2.0mm 时，应在每一测区测量碳化深度值，每一测区碳化深度值取该区实测碳化深度值。

5.3.2 碳化深度值测量，可采用适当的工具在测区表面形成直径约 15mm 的孔洞，其深度应大于混凝土的碳化深度。孔洞中的粉末和碎屑应除净，但不得用水擦洗。同时，宜采用浓度为 2% 的酚酞酒精溶液滴在孔洞内壁的边缘处，当已碳化与未碳化界限清楚时，再用深度测量工具测量已碳化与未碳化混凝土交界面到混凝土表面的垂直距离，每处测量 3 次，取其平均值。每次读至 0.5mm。

5.3.3 碳化深度值按下式计算：

$$d_{m,j} = \frac{\sum_{i=1}^3 d_i}{3} \quad (5.3.3-1)$$

$$d_m = \frac{\sum_{j=1}^n d_{m,j}}{n} \quad (5.3.3-2)$$

式中 d_i —第 j 测区第 i 个碳化深度读数值，读至 0.5mm；
 $d_{m,j}$ —第 j 测区碳化深度读数平均值，精确至 0.5mm；
 d_m —构件碳化深度平均值，精确至 0.5mm。

5.4 超声速度值测量

5.4.1 超声测点应布置在回弹测试的同一测区内，超声测试宜采用对测，不能满足对测条件时，可采用角测或平测。角测或平测的操作步骤和计算方法，应符合《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02:) 的要求。

5.4.2 在每个测区内的相对测试面上，应各布置 3 个测点。

5.4.3 测量超声声时时，应保证换能器与混凝土耦合良好。

5.4.4 测试的声时值应精确至 $0.1\mu s$ ，超声测距应精确至 1mm，且测距的测量误差应不大于 $\pm 1\%$ 。

6 回弹值和超声值计算

6.1 回弹值计算

6.1.1 计算测区平均回弹值，应从该测区的 16 个回弹值中剔除 3 个最大值和 3 个最小值，余下的 10 个回弹值应按下式计算：

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

式中 R_m —测区平均回弹值，精确至 0.1；

R_i —第 i 个测点的回弹值。

6.1.2 非水平方向检测混凝土浇筑侧面时，应按下式修正：

$$R_m = R_{ma} + R_{sa} \quad (6.1.2)$$

式中 R_{ma} —非水平状态检测时测区的平均回弹值，精确至 0.1；

R_{sa} —非水平状态检测时回弹修正值，可按本规程附录 C 采用。

6.1.3 水平方向检测混凝土浇筑顶面或底面时，应按下列公式修正：

$$R_m = R_m^t + R_a^t \quad (6.1.3-1)$$

$$R_m = R_m^b + R_a^b \quad (6.1.3-2)$$

式中 R_m^t 、 R_m^b —水平方向检测混凝土浇筑表面、底面时，测区的平均回弹值，精确至 0.1；

R_a^t 、 R_a^b —混凝土浇筑表面、底面回弹值的修正值，应按本规程附录 D 采用。

6.1.4 当检测时回弹仪为非水平方向且测试面为混凝土的非浇筑侧面时，应先按本规程附录 C 对回弹值进行角度修正，再按本规程附录 D 对修正后的值进行浇筑面修正。

6.2 超声速度值计算

6.2.1 测区的声速值应按下列公式计算：

$$\nu = l / t_m \quad (6.2.1-1)$$

$$t_m = (t_1 + t_2 + t_3) / 3 \quad (6.2.1-2)$$

式中 ν —测区超声速度值，精确至 0.01km/s；

l —超声测距，精确至 1mm；

t_m —测区平均声时值，精确至 0.1 μ s；

t_1 、 t_2 、 t_3 —分别为测区中 3 个测点的声时值，精确至 0.1 μ s。

6.2.2 当在混凝土浇筑顶面与侧面测试时，测区声速值应按下列公式修正：

$$\nu_a = \beta \cdot \nu \quad (6.2.2)$$

式中 ν_a —修正后的测区声速值，精确至 0.01km/s；

β —超声测试面修正系数。在混凝土浇筑顶面及底面测试时， $\beta=1.034$ ；在混凝土侧面测试时， $\beta=1$ 。

7 测强曲线

7.0.1 符合下列条件的混凝土应采用本规程附录 A 或附录 B 进行测区混凝土强度换算：

- 1 北京地区泵送混凝土；
- 2 采用普通成型工艺；
- 3 采用符合现行国家有关标准规定的模板；
- 4 自然养护，且混凝土表层为干燥状态；
- 5 龄期为 28d~365d；
- 6 抗压强度为 10MPa~60MPa。

7.0.2 本规程附录 A，附录 B 给出的测区混凝土强度换算值的北京地区泵送混凝土测强曲线，其强度误差值符合下列规定：

- 1 平均相对误差 (δ) 不应大于 $\pm 14.0\%$ ；
- 2 相对标准差 (e_r) 不应大于 17.0%。

7.0.3 当有下列情况之一时，测区强度值不得按本规程附录 A 或附录 B 换算：

- 1 非泵送混凝土；
- 2 粗集料最大粒径大于 25mm；
- 3 检测部位曲率半径小于 250mm；
- 4 潮湿或浸水混凝土；
- 5 坍落度小于 140mm。

8 混凝土强度的推定

8.0.1 采用回弹法检测时, 结构或构件第 i 个测区混凝土强度换算值, 可按本规程 6.1 所求得平均回弹值 (R_m) 及本规程 5.3 所求得的碳化深度值 (d_m) 由本规程附录 A 中的换算表得出或由附录 A 条文说明中的换算公式得出。

采用超声回弹综合法检测时, 结构或构件第 i 个测区混凝土强度换算值, 可按本规程 6.2 所求得的超声速度值 (v_s) 及本规程 6.1 所取得的回弹值 (R_m) 由本规程附录 B 中的换算公式得出或由附录 B 条文说明中的换算公式得出。

测区强度换算值在规定的范围内使用, 不得外推。

8.0.2 结构或构件的测区混凝土换算强度平均值可根据各测区的混凝土强度换算值计算。当测区数为 10 个及以上时, 应计算强度标准差。平均值及标准差应按下列公式计算:

$$m_{f_{cu}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}}{n} \quad (8.0.1-1)$$

$$S_{f_{cu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i})^2 - n (m_{f_{cu}})^2}{n-1}} \quad (8.0.1-2)$$

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

n —对于单个检测的构件, 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之和;

$S_{f_{cu}}$ —结构或构件测区混凝土强度换算值的标准差 (MPa), 精确至 0.01MPa。

8.0.3 结构或构件的混凝土强度推定值 ($f_{cu,e}$) 应按下列公式确定:

- 1 当该结构或构件测区数少于 10 个时;

$$f_{u,e} = f_{cu,min}^c \quad (8.0.3-1)$$

式中 $f_{cu,min}^c$ —构件中最小的测区混凝土强度换算值。

- 2 当该结构或构件的测区强度值中出现小于 10.0MPa 时:

$$f_{cu,e} < 10.0 \text{MPa} \quad (8.0.3-2)$$

3 当该结构或构件测区数不少于 10 个或按批量检测时, 应按下列公式计算:

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}}^c - 1.645 S_{f_{cu}}^c \quad (8.0.3-3)$$

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

$S_{f_{cu}}^c$ —结构或构件测区混凝土强度换算值的标准差 (MPa), 精确至 0.01MPa。

8.0.4 对按批量检测的结构或构件, 当该批构件混凝土强度标准差出现下列情况之一时, 则该批构件应全部按单个构件检测:

- 1 当该批构件混凝土强度平均值小于 25MPa 时:

$$S_{f_{cu}}^c > 4.50 \text{MPa}; \quad (8.0.4-1)$$

- 2 当该批构件混凝土强度平均值为 25MPa~50MPa 时:

$$S_{f_{cu}}^c > 5.50 \text{MPa}; \quad (8.0.4-2)$$

- 3 当该批构件混凝土强度平均值大于 50MPa 时:

$$S_{f_{cu}}^c > 6.50 \text{MPa}; \quad (8.0.4-3)$$

8.0.5 检测报告应包括下列内容:

- 1 工程名称及设计、施工、监理、建设和监督单位名称;
- 2 结构或构件名称、数量及设计要求的混凝土强度等级;
- 3 施工时模板、浇筑、养护情况及成型日期等;
- 4 结果应包含平均值、标准差、强度推定值;
- 5 抽样数量及抽样方法;
- 6 检测人员及检测日期。

附录 A 回弹法北京地区泵送混凝土 测区混凝土强度换算表

表 A 回弹法北京地区泵送混凝土测区混凝土强度换算表

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均碳化深度值 (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6.0
20.0	11.9	11.6	11.4	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—
20.2	12.1	11.8	11.6	11.4	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—
20.4	12.3	12.0	11.8	11.6	11.4	11.2	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1	—	—
20.6	12.5	12.3	12.0	11.8	11.6	11.4	11.1	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1	—
20.8	12.7	12.5	12.2	12.0	11.8	11.6	11.3	11.1	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1
21.0	12.9	12.7	12.4	12.2	12.0	11.7	11.5	11.3	11.1	10.9	10.7	10.5	10.3
21.2	13.1	12.9	12.7	12.4	12.2	11.9	11.7	11.5	11.3	11.1	10.9	10.7	10.4
21.4	13.4	13.1	12.9	12.6	12.4	12.1	11.9	11.7	11.5	11.3	11.0	10.8	10.6
21.6	13.6	13.3	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1	11.9	11.7	11.4	11.2	11.0	10.8
21.8	13.8	13.6	13.3	13.0	12.8	12.6	12.3	12.1	11.9	11.6	11.4	11.2	11.0
22.0	14.0	13.8	13.5	13.3	13.0	12.8	12.5	12.3	12.0	11.8	11.6	11.4	11.2
22.2	14.3	14.0	13.7	13.5	13.2	13.0	12.7	12.5	12.2	12.0	11.8	11.6	11.3
22.4	14.5	14.2	13.9	13.7	13.4	13.2	12.9	12.7	12.4	12.2	12.0	11.7	11.5
22.6	14.7	14.4	14.2	13.9	13.6	13.4	13.1	12.9	12.6	12.4	12.2	11.9	11.7
22.8	15.0	14.7	14.4	14.1	13.9	13.6	13.3	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1	11.9
23.0	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.8	13.5	13.3	13.0	12.8	12.5	12.3	12.1
23.2	15.4	15.1	14.8	14.6	14.3	14.0	13.7	13.5	13.2	13.0	12.7	12.5	12.3
23.4	15.7	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2	14.0	13.7	13.4	13.2	12.9	12.7	12.4
23.6	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.2	13.9	13.6	13.4	13.1	12.9	12.6
23.8	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.7	14.4	14.1	13.8	13.6	13.3	13.1	12.8
24.0	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.8	13.5	13.3	13.0
24.2	16.6	16.3	16.0	15.7	15.4	15.1	14.8	14.5	14.3	14.0	13.7	13.5	13.2
24.4	16.9	16.5	16.2	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.5	14.2	13.9	13.7	13.4
24.6	17.1	16.8	16.5	16.2	15.8	15.5	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.9	13.6

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均碳化深度值 (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6.0
24.8	17.4	17.0	16.7	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.8
25.0	17.6	17.3	16.9	16.6	16.3	16.0	15.7	15.4	15.1	14.8	14.5	14.3	14.0
25.2	17.9	17.5	17.2	16.9	16.5	16.2	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.5	14.2
25.4	18.1	17.8	17.4	17.1	16.8	16.5	16.1	15.8	15.5	15.2	15.0	14.7	14.4
25.6	18.4	18.0	17.7	17.3	17.0	16.7	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6
25.8	18.6	18.3	17.9	17.6	17.2	16.9	16.6	16.3	16.0	15.7	15.4	15.1	14.8
26.0	18.9	18.5	18.2	17.8	17.5	17.1	16.8	16.5	16.2	15.9	15.6	15.3	15.0
26.2	19.1	18.8	18.4	18.1	17.7	17.4	17.1	16.7	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2
26.4	19.4	19.0	18.7	18.3	18.0	17.6	17.3	17.0	16.6	16.3	16.0	15.7	15.4
26.6	19.6	19.3	18.9	18.6	18.2	17.9	17.5	17.2	16.9	16.5	16.2	15.9	15.6
26.8	19.9	19.5	19.2	18.8	18.4	18.1	17.8	17.4	17.1	16.8	16.4	16.1	15.8
27.0	20.2	19.8	19.4	19.0	18.7	18.3	18.0	17.6	17.3	17.0	16.7	16.3	16.0
27.2	20.4	20.1	19.7	19.3	18.9	18.6	18.2	17.9	17.5	17.2	16.9	16.6	16.2
27.4	20.7	20.3	19.9	19.6	19.2	18.8	18.5	18.1	17.8	17.4	17.1	16.8	16.5
27.6	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.1	18.7	18.3	18.0	17.7	17.3	17.0	16.7
27.8	21.2	20.8	20.4	20.1	19.7	19.3	18.9	18.6	18.2	17.9	17.5	17.2	16.9
28.0	21.5	21.1	20.7	20.3	19.9	19.6	19.2	18.8	18.5	18.1	17.8	17.4	17.1
28.2	21.8	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.1	18.7	18.3	18.0	17.7	17.3
28.4	22.1	21.6	21.2	20.8	20.4	20.1	19.7	19.3	18.9	18.6	18.2	17.9	17.5
28.6	22.3	21.9	21.5	21.1	20.7	20.3	19.9	19.5	19.2	18.8	18.4	18.1	17.8
28.8	22.6	22.2	21.8	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.0	18.7	18.3	18.0
29.0	22.9	22.5	22.0	21.6	21.2	20.8	20.4	20.0	19.6	19.3	18.9	18.5	18.2
29.2	23.2	22.7	22.3	21.9	21.5	21.1	20.7	20.3	19.9	19.5	19.1	18.8	18.4
29.4	23.5	23.0	22.6	22.2	21.7	21.3	20.9	20.5	20.1	19.7	19.4	19.0	18.6
29.6	23.7	23.3	22.9	22.4	22.0	21.6	21.2	20.8	20.4	20.0	19.6	19.2	18.9
29.8	24.0	23.6	23.1	22.7	22.3	21.8	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8	19.5	19.1
30.0	24.3	23.9	23.4	23.0	22.5	22.1	21.7	21.3	20.9	20.5	20.1	19.7	19.3
30.2	24.6	24.1	23.7	23.2	22.8	22.4	21.9	21.5	21.1	20.7	20.3	19.9	19.6

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均碳化深度值 (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6.0
30.4	24.9	24.4	24.0	23.5	23.1	22.6	22.2	21.8	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8
30.6	25.2	24.7	24.2	23.8	23.3	22.9	22.5	22.0	21.6	21.2	20.8	20.4	20.0
30.8	25.5	25.0	24.5	24.1	23.6	23.1	22.7	22.3	21.9	21.4	21.0	20.6	20.2
31.0	25.8	25.3	24.8	24.3	23.9	23.4	23.0	22.5	22.1	21.7	21.3	20.9	20.5
31.2	26.1	25.6	25.1	24.6	24.1	23.7	23.2	22.8	22.4	21.9	21.5	21.1	20.7
31.4	26.4	25.9	25.4	24.9	24.4	24.0	23.5	23.1	22.6	22.2	21.8	21.4	20.9
31.6	26.7	26.2	25.7	25.2	24.7	24.2	23.8	23.3	22.9	22.4	22.0	21.6	21.2
31.8	27.0	26.4	25.9	25.5	25.0	24.5	24.0	23.6	23.1	22.7	22.3	21.8	21.4
32.0	27.3	26.7	26.2	25.7	25.2	24.8	24.3	23.8	23.4	22.9	22.5	22.1	21.7
32.2	27.6	27.0	26.5	26.0	25.5	25.0	24.6	24.1	23.6	23.2	22.8	22.3	21.9
32.4	27.9	27.3	26.8	26.3	25.8	25.3	24.8	24.4	23.9	23.5	23.0	22.6	22.1
32.6	28.2	27.6	27.1	26.6	26.1	25.6	25.1	24.6	24.2	23.7	23.3	22.8	22.4
32.8	28.5	27.9	27.4	26.9	26.4	25.9	25.4	24.9	24.4	24.0	23.5	23.1	22.6
33.0	28.8	28.2	27.7	27.2	26.7	26.2	25.7	25.2	24.7	24.2	23.8	23.3	22.9
33.2	29.1	28.5	28.0	27.5	27.0	26.4	25.9	25.4	25.0	24.5	24.0	23.6	23.1
33.4	29.4	28.8	28.3	27.8	27.2	26.7	26.2	25.7	25.2	24.8	24.3	23.8	23.4
33.6	29.7	29.2	28.6	28.1	27.5	27.0	26.5	26.0	25.5	25.0	24.5	24.1	23.6
33.8	30.0	29.5	28.9	28.4	27.8	27.3	26.8	26.3	25.8	25.3	24.8	24.3	23.9
34.0	30.3	29.8	29.2	28.7	28.1	27.6	27.1	26.5	26.0	25.5	25.1	24.6	24.1
34.2	30.7	30.1	29.5	29.0	28.4	27.9	27.3	26.8	26.3	25.8	25.3	24.8	24.4
34.4	31.0	30.4	29.8	29.3	28.7	28.2	27.6	27.1	26.6	26.1	25.6	25.1	24.6
34.6	31.3	30.7	30.1	29.6	29.0	28.4	27.9	27.4	26.9	26.3	25.8	25.4	24.9
34.8	31.6	31.0	30.4	29.9	29.3	28.7	28.2	27.7	27.1	26.6	26.1	25.6	25.1
35.0	31.9	31.3	30.7	30.2	29.6	29.0	28.5	27.9	27.4	26.9	26.4	25.9	25.4
35.2	32.3	31.7	31.1	30.5	29.9	29.3	28.8	28.2	27.7	27.2	26.6	26.1	25.6
35.4	32.6	32.0	31.4	30.8	30.2	29.6	29.1	28.5	28.0	27.4	26.9	26.4	25.9
35.6	32.9	32.3	31.7	31.1	30.5	29.9	29.4	28.8	28.2	27.7	27.2	26.7	26.2
35.8	33.3	32.6	32.0	31.4	30.8	30.2	29.6	29.1	28.5	28.0	27.5	26.9	26.4

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均碳化深度值 (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6.0
36.0	33.6	32.9	32.3	31.7	31.1	30.5	29.9	29.4	28.8	28.3	27.7	27.2	26.7
36.2	33.9	33.3	32.6	32.0	31.4	30.8	30.2	29.7	29.1	28.5	28.0	27.5	27.0
36.4	34.2	33.6	33.0	32.3	31.7	31.1	30.5	30.0	29.4	28.8	28.3	27.7	27.2
36.6	34.6	33.9	33.3	32.6	32.0	31.4	30.8	30.2	29.7	29.1	28.6	28.0	27.5
36.8	34.9	34.3	33.6	33.0	32.3	31.7	31.1	30.5	30.0	29.4	28.8	28.3	27.7
37.0	35.3	34.6	33.9	33.3	32.7	32.0	31.4	30.8	30.2	29.7	29.1	28.6	28.0
37.2	35.6	34.9	34.3	33.6	33.0	32.3	31.7	31.1	30.5	30.0	29.4	28.8	28.3
37.4	35.9	35.2	34.6	33.9	33.3	32.6	32.0	31.4	30.8	30.2	29.7	29.1	28.6
37.6	36.3	35.6	34.9	34.2	33.6	33.0	32.3	31.7	31.1	30.5	30.0	29.4	28.8
37.8	36.6	35.9	35.2	34.6	33.9	33.3	32.6	32.0	31.4	30.8	30.2	29.7	29.1
38.0	37.0	36.3	35.6	34.9	34.2	33.6	32.9	32.3	31.7	31.1	30.5	29.9	29.4
38.2	37.3	36.6	35.9	35.2	34.6	33.9	33.3	32.6	32.0	31.4	30.8	30.2	29.6
38.4	37.6	36.9	36.2	35.5	34.9	34.2	33.6	32.9	32.3	31.7	31.1	30.5	29.9
38.6	38.0	37.3	36.6	35.9	35.2	34.5	33.9	33.2	32.6	32.0	31.4	30.8	30.2
38.8	38.3	37.6	36.9	36.2	35.5	34.8	34.2	33.5	32.9	32.3	31.7	31.1	30.5
39.0	38.7	38.0	37.2	36.5	35.8	35.2	34.5	33.8	33.2	32.6	32.0	31.3	30.8
39.2	39.0	38.3	37.6	36.9	36.2	35.5	34.8	34.2	33.5	32.9	32.2	31.6	31.0
39.4	39.4	38.7	37.9	37.2	36.5	35.8	35.1	34.5	33.8	33.2	32.5	31.9	31.3
39.6	39.8	39.0	38.3	37.5	36.8	36.1	35.4	34.8	34.1	33.5	32.8	32.2	31.6
39.8	40.1	39.4	38.6	37.9	37.2	36.5	35.8	35.1	34.4	33.8	33.1	32.5	31.9
40.0	40.5	39.7	39.0	38.2	37.5	36.8	36.1	35.4	34.7	34.1	33.4	32.8	32.2
40.2	40.8	40.1	39.3	38.6	37.8	37.1	36.4	35.7	35.0	34.4	33.7	33.1	32.4
40.4	41.2	40.4	39.6	38.9	38.2	37.4	36.7	36.0	35.3	34.7	34.0	33.4	32.7
40.6	41.6	40.8	40.0	39.2	38.5	37.8	37.0	36.3	35.7	35.0	34.3	33.7	33.0
40.8	41.9	41.1	40.3	39.6	38.8	38.1	37.4	36.7	36.0	35.3	34.6	34.0	33.3
41.0	42.3	41.5	40.7	39.9	39.2	38.4	37.7	37.0	36.3	35.6	34.9	34.3	33.6
41.2	42.6	41.8	41.0	40.3	39.5	38.8	38.0	37.3	36.6	35.9	35.2	34.5	33.9
41.4	43.0	42.2	41.4	40.6	39.8	39.1	38.3	37.6	36.9	36.2	35.5	34.8	34.2

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均碳化深度值 (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6.0
41.6	43.4	42.6	41.8	41.0	40.2	39.4	38.7	37.9	37.2	36.5	35.8	35.1	34.5
41.8	43.8	42.9	42.1	41.3	40.5	39.8	39.0	38.3	37.5	36.8	36.1	35.4	34.8
42.0	44.1	43.3	42.5	41.7	40.9	40.1	39.3	38.6	37.9	37.1	36.4	35.7	35.1
42.2	44.5	43.7	42.8	42.0	41.2	40.4	39.7	38.9	38.2	37.5	36.7	36.0	35.4
42.4	44.9	44.0	43.2	42.4	41.6	40.8	40.0	39.2	38.5	37.8	37.1	36.3	35.7
42.6	45.2	44.4	43.5	42.7	41.9	41.1	40.3	39.6	38.8	38.1	37.4	36.7	36.0
42.8	45.6	44.8	43.9	43.1	42.3	41.5	40.7	39.9	39.1	38.4	37.7	37.0	36.3
43.0	46.0	45.1	44.3	43.4	42.6	41.8	41.0	40.2	39.5	38.7	38.0	37.3	36.6
43.2	46.4	45.5	44.6	43.8	43.0	42.1	41.3	40.6	39.8	39.0	38.3	37.6	36.9
43.4	46.8	45.9	45.0	44.2	43.3	42.5	41.7	40.9	40.1	39.4	38.6	37.9	37.2
43.6	47.1	46.2	45.4	44.5	43.7	42.8	42.0	41.2	40.4	39.7	38.9	38.2	37.5
43.8	47.5	46.6	45.7	44.9	44.0	43.2	42.4	41.6	40.8	40.0	39.2	38.5	37.8
44.0	47.9	47.0	46.1	45.2	44.4	43.5	42.7	41.9	41.1	40.3	39.6	38.8	38.1
44.2	48.3	47.4	46.5	45.6	44.7	43.9	43.1	42.2	41.4	40.7	39.9	39.1	38.4
44.4	48.7	47.8	46.9	46.0	45.1	44.2	43.4	42.6	41.8	41.0	40.2	39.4	38.7
44.6	49.1	48.1	47.2	46.3	45.5	44.6	43.7	42.9	42.1	41.3	40.5	39.8	39.0
44.8	49.5	48.5	47.6	46.7	45.8	45.0	44.1	43.3	42.4	41.6	40.8	40.1	39.3
45.0	49.9	48.9	48.0	47.1	46.2	45.3	44.4	43.6	42.8	42.0	41.2	40.4	39.6
45.2	50.3	49.3	48.4	47.4	46.5	45.7	44.8	43.9	43.1	42.3	41.5	40.7	39.9
45.4	50.6	49.7	48.7	47.8	46.9	46.0	45.1	44.3	43.5	42.6	41.8	41.0	40.2
45.6	51.0	50.1	49.1	48.2	47.3	46.4	45.5	44.6	43.8	43.0	42.1	41.3	40.6
45.8	51.4	50.5	49.5	48.6	47.6	46.7	45.9	45.0	44.1	43.3	42.5	41.7	40.9
46.0	51.8	50.9	49.9	48.9	48.0	47.1	46.2	45.3	44.5	43.6	42.8	42.0	41.2
46.2	52.2	51.2	50.3	49.3	48.4	47.5	46.6	45.7	44.8	44.0	43.1	42.3	41.5
46.4	52.6	51.6	50.7	49.7	48.8	47.8	46.9	46.0	45.2	44.3	43.5	42.6	41.8
46.6	53.0	52.0	51.0	50.1	49.1	48.2	47.3	46.4	45.5	44.6	43.8	43.0	42.2
46.8	53.4	52.4	51.4	50.5	49.5	48.6	47.6	46.7	45.9	45.0	44.1	43.3	42.5
47.0	53.8	52.8	51.8	50.8	49.9	48.9	48.0	47.1	46.2	45.3	44.5	43.6	42.8

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均碳化深度值 (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6.0
47.2	54.3	53.2	52.2	51.2	50.3	49.3	48.4	47.5	46.6	45.7	44.8	44.0	43.1
47.4	54.7	53.6	52.6	51.6	50.6	49.7	48.7	47.8	46.9	46.0	45.1	44.3	43.4
47.6	55.1	54.0	53.0	52.0	51.0	50.0	49.1	48.2	47.3	46.4	45.5	44.6	43.8
47.8	55.5	54.4	53.4	52.4	51.4	50.4	49.5	48.5	47.6	46.7	45.8	44.9	44.1
48.0	55.9	54.8	53.8	52.8	51.8	50.8	49.8	48.9	48.0	47.0	46.2	45.3	44.4
48.2	56.3	55.2	54.2	53.2	52.2	51.2	50.2	49.2	48.3	47.4	46.5	45.6	44.7
48.4	56.7	55.6	54.6	53.6	52.5	51.5	50.6	49.6	48.7	47.7	46.8	46.0	45.1
48.6	57.1	56.1	55.0	53.9	52.9	51.9	50.9	50.0	49.0	48.1	47.2	46.3	45.4
48.8	57.6	56.5	55.4	54.3	53.3	52.3	51.3	50.3	49.4	48.4	47.5	46.6	45.7
49.0	58.0	56.9	55.8	54.7	53.7	52.7	51.7	50.7	49.7	48.8	47.9	47.0	46.1
49.2	58.4	57.3	56.2	55.1	54.1	53.1	52.1	51.1	50.1	49.2	48.2	47.3	46.4
49.4	58.8	57.7	56.6	55.5	54.5	53.4	52.4	51.4	50.5	49.5	48.6	47.6	46.7
49.6	59.2	58.1	57.0	55.9	54.9	53.8	52.8	51.8	50.8	49.9	48.9	48.0	47.1
49.8	59.7	58.5	57.4	56.3	55.3	54.2	53.2	52.2	51.2	50.2	49.3	48.3	47.4
50.0	60.1	58.9	57.8	56.7	55.7	54.6	53.6	52.5	51.6	50.6	49.6	48.7	47.8
50.2	60.5	59.4	58.2	57.1	56.1	55.0	53.9	52.9	51.9	50.9	50.0	49.0	48.1
50.4	60.9	59.8	58.7	57.5	56.4	55.4	54.3	53.3	52.3	51.3	50.3	49.4	48.4
50.6	61.4	60.2	59.1	57.9	56.8	55.8	54.7	53.7	52.7	51.7	50.7	49.7	48.8
50.8	61.8	60.6	59.5	58.3	57.2	56.2	55.1	54.0	53.0	52.0	51.0	50.1	49.1
51.0	—	—	59.9	58.8	57.6	56.5	55.5	54.4	53.4	52.4	51.4	50.4	49.5
51.2	—	—	—	59.2	58.0	56.9	55.9	54.8	53.8	52.7	51.7	50.8	49.8
51.4	—	—	—	59.6	58.4	57.3	56.2	55.2	54.1	53.1	52.1	51.1	50.1
51.6	—	—	—	60.0	58.8	57.7	56.6	55.6	54.5	53.5	52.5	51.5	50.5
51.8	—	—	—	—	59.3	58.1	57.0	55.9	54.9	53.8	52.8	51.8	50.8
52.0	—	—	—	—	59.7	58.5	57.4	56.3	55.3	54.2	53.2	52.2	51.2
52.2	—	—	—	—	—	58.9	57.8	56.7	55.6	54.6	53.5	52.5	51.5
52.4	—	—	—	—	—	59.3	58.2	57.1	56.0	55.0	53.9	52.9	51.9
52.6	—	—	—	—	—	59.7	58.6	57.5	56.4	55.3	54.3	53.2	52.2

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均碳化深度值 (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6.0
52.8	—	—	—	—	—	—	59.0	57.9	56.8	55.7	54.6	53.6	52.6
53.0	—	—	—	—	—	—	59.4	58.3	57.2	56.1	55.0	54.0	52.9
53.2	—	—	—	—	—	—	59.8	58.7	57.5	56.4	55.4	54.3	53.3
53.4	—	—	—	—	—	—	—	59.0	57.9	56.8	55.7	54.7	53.7
53.6	—	—	—	—	—	—	—	59.4	58.3	57.2	56.1	55.1	54.0
53.8	—	—	—	—	—	—	—	59.8	58.7	57.6	56.5	55.4	54.4
54.0	—	—	—	—	—	—	—	—	59.1	58.0	56.9	55.8	54.7
54.2	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	58.3	57.2	56.1	55.1
54.4	—	—	—	—	—	—	—	—	59.9	58.7	57.6	56.5	55.4
54.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.1	58.0	56.9	55.8
54.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	58.4	57.3	56.2
55.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.9	58.7	57.6	56.5
55.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.1	58.0	56.9
55.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	58.4	57.3
55.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.9	58.7	57.6
55.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.1	58.0
56.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	58.4
56.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.9	58.7
56.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.1
56.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5
56.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.9

附录 B 超声回弹综合法北京地区泵送混凝土 测区混凝土强度换算表

表 B 超声回弹综合法北京地区泵送混凝土测区混凝土强度换算表

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均声速值 (km/s)												
	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00
13.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0
13.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2
13.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.1	10.4
13.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.3	10.6
13.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2	10.5	10.8
14.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.1	10.4	10.7	11.0
14.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2	10.6	10.9	11.2
14.4	—	—	—	—	—	—	—	—	10.1	10.4	10.8	11.1	11.4
14.6	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.3	10.6	10.9	11.3	11.6
14.8	—	—	—	—	—	—	—	10.1	10.5	10.8	11.1	11.5	11.8
15.0	—	—	—	—	—	—	10.0	10.3	10.6	11.0	11.3	11.7	12.0
15.2	—	—	—	—	—	—	10.1	10.5	10.8	11.2	11.5	11.9	12.2
15.4	—	—	—	—	—	10.0	10.3	10.6	11.0	11.3	11.7	12.1	12.4
15.6	—	—	—	—	—	10.1	10.5	10.8	11.2	11.5	11.9	12.3	12.6
15.8	—	—	—	—	—	10.3	10.6	11.0	11.4	11.7	12.1	12.5	12.8
16.0	—	—	—	—	10.1	10.5	10.8	11.2	11.5	11.9	12.3	12.7	13.0
16.2	—	—	—	—	10.3	10.6	11.0	11.3	11.7	12.1	12.5	12.9	13.2
16.4	—	—	—	10.1	10.4	10.8	11.2	11.5	11.9	12.3	12.7	13.1	13.5
16.6	—	—	—	10.2	10.6	10.9	11.3	11.7	12.1	12.5	12.9	13.3	13.7
16.8	—	—	10.0	10.4	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.7	13.1	13.5	13.9
17.0	—	—	10.1	10.5	10.9	11.3	11.7	12.1	12.5	12.9	13.3	13.7	14.1
17.2	—	—	10.3	10.7	11.1	11.4	11.8	12.2	12.6	13.0	13.5	13.9	14.3
17.4	—	10.1	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	12.4	12.8	13.2	13.7	14.1	14.5
17.6	—	10.2	10.6	11.0	11.4	11.8	12.2	12.6	13.0	13.4	13.9	14.3	14.7

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均声速值 (km/s)												
	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00
17.8	10.0	10.4	10.7	11.1	11.5	12.0	12.4	12.8	13.2	13.6	14.1	14.5	14.9
18.0	10.1	10.5	10.9	11.3	11.7	12.1	12.5	13.0	13.4	13.8	14.3	14.7	15.1
18.2	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.7	13.1	13.6	14.0	14.5	14.9	15.3
18.4	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	12.5	12.9	13.3	13.8	14.2	14.7	15.1	15.6
18.6	10.5	10.9	11.4	11.8	12.2	12.6	13.1	13.5	14.0	14.4	14.9	15.3	15.8
18.8	10.7	11.1	11.5	11.9	12.4	12.8	13.2	13.7	14.1	14.6	15.1	15.5	16.0
19.0	10.8	11.2	11.7	12.1	12.5	13.0	13.4	13.9	14.3	14.8	15.3	15.7	16.2
19.2	11.0	11.4	11.8	12.3	12.7	13.2	13.6	14.1	14.5	15.0	15.5	15.9	16.4
19.4	11.1	11.5	12.0	12.4	12.9	13.3	13.8	14.2	14.7	15.2	15.7	16.1	16.6
19.6	11.3	11.7	12.1	12.6	13.0	13.5	14.0	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	16.8
19.8	11.4	11.8	12.3	12.7	13.2	13.7	14.1	14.6	15.1	15.6	16.1	16.6	17.1
20.0	11.5	12.0	12.5	12.9	13.4	13.8	14.3	14.8	15.3	15.8	16.3	16.8	17.3
20.2	11.7	12.1	12.6	13.1	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
20.4	11.8	12.3	12.8	13.2	13.7	14.2	14.7	15.2	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7
20.6	12.0	12.5	12.9	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	16.9	17.4	17.9
20.8	12.1	12.6	13.1	13.6	14.1	14.5	15.0	15.6	16.1	16.6	17.1	17.6	18.2
21.0	12.3	12.8	13.2	13.7	14.2	14.7	15.2	15.7	16.3	16.8	17.3	17.8	18.4
21.2	12.4	12.9	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.5	17.0	17.5	18.1	18.6
21.4	12.6	13.1	13.6	14.1	14.6	15.1	15.6	16.1	16.7	17.2	17.7	18.3	18.8
21.6	12.7	13.2	13.7	14.2	14.7	15.3	15.8	16.3	16.8	17.4	17.9	18.5	19.0
21.8	12.9	13.4	13.9	14.4	14.9	15.4	16.0	16.5	17.0	17.6	18.1	18.7	19.3
22.0	13.0	13.5	14.0	14.6	15.1	15.6	16.2	16.7	17.2	17.8	18.4	18.9	19.5
22.2	13.2	13.7	14.2	14.7	15.3	15.8	16.3	16.9	17.4	18.0	18.6	19.1	19.7
22.4	13.3	13.8	14.4	14.9	15.4	16.0	16.5	17.1	17.6	18.2	18.8	19.4	19.9
22.6	13.5	14.0	14.5	15.1	15.6	16.2	16.7	17.3	17.8	18.4	19.0	19.6	20.2
22.8	13.6	14.2	14.7	15.2	15.8	16.3	16.9	17.5	18.0	18.6	19.2	19.8	20.4
23.0	13.8	14.3	14.9	15.4	16.0	16.5	17.1	17.7	18.2	18.8	19.4	20.0	20.6
23.2	13.9	14.5	15.0	15.6	16.1	16.7	17.3	17.9	18.4	19.0	19.6	20.2	20.8

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均声速值 (km/s)												
	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00
23.4	14.1	14.6	15.2	15.7	16.3	16.9	17.5	18.0	18.6	19.2	19.8	20.4	21.1
23.6	14.2	14.8	15.3	15.9	16.5	17.1	17.6	18.2	18.8	19.4	20.1	20.7	21.3
23.8	14.4	14.9	15.5	16.1	16.7	17.2	17.8	18.4	19.0	19.7	20.3	20.9	21.5
24.0	14.5	15.1	15.7	16.2	16.8	17.4	18.0	18.6	19.2	19.9	20.5	21.1	21.7
24.2	14.7	15.3	15.8	16.4	17.0	17.6	18.2	18.8	19.4	20.1	20.7	21.3	22.0
24.4	14.8	15.4	16.0	16.6	17.2	17.8	18.4	19.0	19.6	20.3	20.9	21.6	22.2
24.6	15.0	15.6	16.2	16.8	17.4	18.0	18.6	19.2	19.8	20.5	21.1	21.8	22.4
24.8	15.1	15.7	16.3	16.9	17.5	18.2	18.8	19.4	20.1	20.7	21.3	22.0	22.7
25.0	15.3	15.9	16.5	17.1	17.7	18.3	19.0	19.6	20.3	20.9	21.6	22.2	22.9
25.2	15.5	16.1	16.7	17.3	17.9	18.5	19.2	19.8	20.5	21.1	21.8	22.5	23.1
25.4	15.6	16.2	16.8	17.5	18.1	18.7	19.4	20.0	20.7	21.3	22.0	22.7	23.4
25.6	15.8	16.4	17.0	17.6	18.3	18.9	19.6	20.2	20.9	21.5	22.2	22.9	23.6
25.8	15.9	16.5	17.2	17.8	18.4	19.1	19.7	20.4	21.1	21.8	22.4	23.1	23.8
26.0	16.1	16.7	17.3	18.0	18.6	19.3	19.9	20.6	21.3	22.0	22.7	23.4	24.1
26.2	16.2	16.9	17.5	18.1	18.8	19.5	20.1	20.8	21.5	22.2	22.9	23.6	24.3
26.4	16.4	17.0	17.7	18.3	19.0	19.7	20.3	21.0	21.7	22.4	23.1	23.8	24.5
26.6	16.5	17.2	17.8	18.5	19.2	19.8	20.5	21.2	21.9	22.6	23.3	24.0	24.8
26.8	16.7	17.4	18.0	18.7	19.3	20.0	20.7	21.4	22.1	22.8	23.5	24.3	25.0
27.0	16.9	17.5	18.2	18.9	19.5	20.2	20.9	21.6	22.3	23.0	23.8	24.5	25.2
27.2	17.0	17.7	18.3	19.0	19.7	20.4	21.1	21.8	22.5	23.3	24.0	24.7	25.5
27.4	17.2	17.8	18.5	19.2	19.9	20.6	21.3	22.0	22.7	23.5	24.2	25.0	25.7
27.6	17.3	18.0	18.7	19.4	20.1	20.8	21.5	22.2	22.9	23.7	24.4	25.2	25.9
27.8	17.5	18.2	18.9	19.6	20.3	21.0	21.7	22.4	23.2	23.9	24.7	25.4	26.2
28.0	17.7	18.3	19.0	19.7	20.4	21.2	21.9	22.6	23.4	24.1	24.9	25.6	26.4
28.2	17.8	18.5	19.2	19.9	20.6	21.4	22.1	22.8	23.6	24.3	25.1	25.9	26.7
28.4	18.0	18.7	19.4	20.1	20.8	21.5	22.3	23.0	23.8	24.6	25.3	26.1	26.9
28.6	18.1	18.8	19.5	20.3	21.0	21.7	22.5	23.2	24.0	24.8	25.6	26.3	27.1
28.8	18.3	19.0	19.7	20.4	21.2	21.9	22.7	23.4	24.2	25.0	25.8	26.6	27.4

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均声速值 (km/s)												
	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00
29.0	18.4	19.2	19.9	20.6	21.4	22.1	22.9	23.7	24.4	25.2	26.0	26.8	27.6
29.2	18.6	19.3	20.1	20.8	21.6	22.3	23.1	23.9	24.6	25.4	26.2	27.0	27.9
29.4	18.8	19.5	20.2	21.0	21.7	22.5	23.3	24.1	24.9	25.7	26.5	27.3	28.1
29.6	18.9	19.7	20.4	21.2	21.9	22.7	23.5	24.3	25.1	25.9	26.7	27.5	28.3
29.8	19.1	19.8	20.6	21.3	22.1	22.9	23.7	24.5	25.3	26.1	26.9	27.7	28.6
30.0	19.3	20.0	20.8	21.5	22.3	23.1	23.9	24.7	25.5	26.3	27.1	28.0	28.8
30.2	19.4	20.2	20.9	21.7	22.5	23.3	24.1	24.9	25.7	26.5	27.4	28.2	29.1
30.4	19.6	20.3	21.1	21.9	22.7	23.5	24.3	25.1	25.9	26.8	27.6	28.4	29.3
30.6	19.7	20.5	21.3	22.1	22.9	23.7	24.5	25.3	26.1	27.0	27.8	28.7	29.5
30.8	19.9	20.7	21.5	22.3	23.1	23.9	24.7	25.5	26.4	27.2	28.1	28.9	29.8
31.0	20.1	20.8	21.6	22.4	23.2	24.1	24.9	25.7	26.6	27.4	28.3	29.2	30.0
31.2	20.2	21.0	21.8	22.6	23.4	24.3	25.1	25.9	26.8	27.6	28.5	29.4	30.3
31.4	20.4	21.2	22.0	22.8	23.6	24.5	25.3	26.1	27.0	27.9	28.7	29.6	30.5
31.6	20.6	21.4	22.2	23.0	23.8	24.7	25.5	26.4	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8
31.8	20.7	21.5	22.3	23.2	24.0	24.8	25.7	26.6	27.4	28.3	29.2	30.1	31.0
32.0	20.9	21.7	22.5	23.4	24.2	25.0	25.9	26.8	27.7	28.5	29.4	30.3	31.3
32.2	21.1	21.9	22.7	23.5	24.4	25.2	26.1	27.0	27.9	28.8	29.7	30.6	31.5
32.4	21.2	22.0	22.9	23.7	24.6	25.4	26.3	27.2	28.1	29.0	29.9	30.8	31.8
32.6	21.4	22.2	23.1	23.9	24.8	25.6	26.5	27.4	28.3	29.2	30.1	31.1	32.0
32.8	21.5	22.4	23.2	24.1	25.0	25.8	26.7	27.6	28.5	29.4	30.4	31.3	32.2
33.0	21.7	22.6	23.4	24.3	25.2	26.0	26.9	27.8	28.7	29.7	30.6	31.5	32.5
33.2	21.9	22.7	23.6	24.5	25.3	26.2	27.1	28.0	29.0	29.9	30.8	31.8	32.7
33.4	22.0	22.9	23.8	24.6	25.5	26.4	27.3	28.3	29.2	30.1	31.1	32.0	33.0
33.6	22.2	23.1	24.0	24.8	25.7	26.6	27.6	28.5	29.4	30.4	31.3	32.3	33.2
33.8	22.4	23.3	24.1	25.0	25.9	26.8	27.8	28.7	29.6	30.6	31.5	32.5	33.5
34.0	22.5	23.4	24.3	25.2	26.1	27.0	28.0	28.9	29.9	30.8	31.8	32.8	33.7
34.2	22.7	23.6	24.5	25.4	26.3	27.2	28.2	29.1	30.1	31.0	32.0	33.0	34.0
34.4	22.9	23.8	24.7	25.6	26.5	27.4	28.4	29.3	30.3	31.3	32.3	33.2	34.2

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均声速值 (km/s)												
	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00
34.6	23.0	23.9	24.9	25.8	26.7	27.6	28.6	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5
34.8	23.2	24.1	25.0	26.0	26.9	27.8	28.8	29.8	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7
35.0	23.4	24.3	25.2	26.1	27.1	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0
35.2	23.6	24.5	25.4	26.3	27.3	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.3
35.4	23.7	24.6	25.6	26.5	27.5	28.4	29.4	30.4	31.4	32.4	33.4	34.5	35.5
35.6	23.9	24.8	25.8	26.7	27.7	28.7	29.6	30.6	31.6	32.6	33.7	34.7	35.8
35.8	24.1	25.0	25.9	26.9	27.9	28.9	29.8	30.8	31.9	32.9	33.9	35.0	36.0
36.0	24.2	25.2	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.2	35.2	36.3
36.2	24.4	25.4	26.3	27.3	28.3	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.4	35.5	36.5
36.4	24.6	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.6	34.6	35.7	36.8
36.6	24.7	25.7	26.7	27.7	28.7	29.7	30.7	31.7	32.8	33.8	34.9	35.9	37.0
36.8	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	31.9	33.0	34.0	35.1	36.2	37.3
37.0	25.1	26.1	27.0	28.0	29.1	30.1	31.1	32.2	33.2	34.3	35.4	36.4	37.5
37.2	25.3	26.2	27.2	28.2	29.3	30.3	31.3	32.4	33.4	34.5	35.6	36.7	37.8
37.4	25.4	26.4	27.4	28.4	29.5	30.5	31.5	32.6	33.7	34.7	35.8	36.9	38.1
37.6	25.6	26.6	27.6	28.6	29.7	30.7	31.7	32.8	33.9	35.0	36.1	37.2	38.3
37.8	25.8	26.8	27.8	28.8	29.9	30.9	32.0	33.0	34.1	35.2	36.3	37.4	38.6
38.0	25.9	27.0	28.0	29.0	30.1	31.1	32.2	33.3	34.3	35.4	36.6	37.7	38.8
38.2	26.1	27.1	28.2	29.2	30.3	31.3	32.4	33.5	34.6	35.7	36.8	37.9	39.1
38.4	26.3	27.3	28.3	29.4	30.5	31.5	32.6	33.7	34.8	35.9	37.0	38.2	39.3
38.6	26.5	27.5	28.5	29.6	30.7	31.7	32.8	33.9	35.0	36.2	37.3	38.4	39.6
38.8	26.6	27.7	28.7	29.8	30.9	31.9	33.0	34.1	35.3	36.4	37.5	38.7	39.9
39.0	26.8	27.8	28.9	30.0	31.1	32.1	33.2	34.4	35.5	36.6	37.8	38.9	40.1
39.2	27.0	28.0	29.1	30.2	31.3	32.4	33.5	34.6	35.7	36.9	38.0	39.2	40.4
39.4	27.2	28.2	29.3	30.4	31.5	32.6	33.7	34.8	36.0	37.1	38.3	39.4	40.6
39.6	27.3	28.4	29.5	30.6	31.7	32.8	33.9	35.0	36.2	37.3	38.5	39.7	40.9
39.8	27.5	28.6	29.7	30.7	31.9	33.0	34.1	35.3	36.4	37.6	38.8	40.0	41.2
40.0	27.7	28.8	29.8	30.9	32.1	33.2	34.3	35.5	36.6	37.8	39.0	40.2	41.4

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均声速值 (km/s)												
	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00
40.2	27.8	28.9	30.0	31.1	32.3	33.4	34.5	35.7	36.9	38.1	39.3	40.5	41.7
40.4	28.0	29.1	30.2	31.3	32.5	33.6	34.8	35.9	37.1	38.3	39.5	40.7	41.9
40.6	28.2	29.3	30.4	31.5	32.7	33.8	35.0	36.2	37.3	38.5	39.7	41.0	42.2
40.8	28.4	29.5	30.6	31.7	32.9	34.0	35.2	36.4	37.6	38.8	40.0	41.2	42.5
41.0	28.6	29.7	30.8	31.9	33.1	34.2	35.4	36.6	37.8	39.0	40.2	41.5	42.7
41.2	28.7	29.8	31.0	32.1	33.3	34.4	35.6	36.8	38.0	39.3	40.5	41.7	43.0
41.4	28.9	30.0	31.2	32.3	33.5	34.7	35.8	37.1	38.3	39.5	40.7	42.0	43.3
41.6	29.1	30.2	31.4	32.5	33.7	34.9	36.1	37.3	38.5	39.7	41.0	42.2	43.5
41.8	29.3	30.4	31.5	32.7	33.9	35.1	36.3	37.5	38.7	40.0	41.2	42.5	43.8
42.0	29.4	30.6	31.7	32.9	34.1	35.3	36.5	37.7	39.0	40.2	41.5	42.8	44.0
42.2	29.6	30.8	31.9	33.1	34.3	35.5	36.7	38.0	39.2	40.5	41.7	43.0	44.3
42.4	29.8	30.9	32.1	33.3	34.5	35.7	36.9	38.2	39.4	40.7	42.0	43.3	44.6
42.6	30.0	31.1	32.3	33.5	34.7	35.9	37.2	38.4	39.7	40.9	42.2	43.5	44.8
42.8	30.1	31.3	32.5	33.7	34.9	36.1	37.4	38.6	39.9	41.2	42.5	43.8	45.1
43.0	30.3	31.5	32.7	33.9	35.1	36.4	37.6	38.9	40.1	41.4	42.7	44.0	45.4
43.2	30.5	31.7	32.9	34.1	35.3	36.6	37.8	39.1	40.4	41.7	43.0	44.3	45.6
43.4	30.7	31.9	33.1	34.3	35.5	36.8	38.0	39.3	40.6	41.9	43.2	44.6	45.9
43.6	30.9	32.1	33.3	34.5	35.7	37.0	38.3	39.6	40.8	42.2	43.5	44.8	46.2
43.8	31.0	32.2	33.5	34.7	35.9	37.2	38.5	39.8	41.1	42.4	43.7	45.1	46.4
44.0	31.2	32.4	33.7	34.9	36.2	37.4	38.7	40.0	41.3	42.6	44.0	45.3	46.7
44.2	31.4	32.6	33.8	35.1	36.4	37.6	38.9	40.2	41.6	42.9	44.2	45.6	47.0
44.4	31.6	32.8	34.0	35.3	36.6	37.9	39.2	40.5	41.8	43.1	44.5	45.9	47.2
44.6	31.7	33.0	34.2	35.5	36.8	38.1	39.4	40.7	42.0	43.4	44.7	46.1	47.5
44.8	31.9	33.2	34.4	35.7	37.0	38.3	39.6	40.9	42.3	43.6	45.0	46.4	47.8
45.0	32.1	33.4	34.6	35.9	37.2	38.5	39.8	41.2	42.5	43.9	45.3	46.6	48.0
45.2	32.3	33.5	34.8	36.1	37.4	38.7	40.0	41.4	42.7	44.1	45.5	46.9	48.3
45.4	32.5	33.7	35.0	36.3	37.6	38.9	40.3	41.6	43.0	44.4	45.8	47.2	48.6
45.6	32.6	33.9	35.2	36.5	37.8	39.1	40.5	41.9	43.2	44.6	46.0	47.4	48.9

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均声速值 (km/s)												
	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00
45.8	32.8	34.1	35.4	36.7	38.0	39.4	40.7	42.1	43.5	44.9	46.3	47.7	49.1
46.0	33.0	34.3	35.6	36.9	38.2	39.6	40.9	42.3	43.7	45.1	46.5	48.0	49.4
46.2	33.2	34.5	35.8	37.1	38.4	39.8	41.2	42.5	43.9	45.4	46.8	48.2	49.7
46.4	33.4	34.7	36.0	37.3	38.7	40.0	41.4	42.8	44.2	45.6	47.0	48.5	49.9
46.6	33.6	34.9	36.2	37.5	38.9	40.2	41.6	43.0	44.4	45.8	47.3	48.7	50.2
46.8	33.7	35.0	36.4	37.7	39.1	40.5	41.8	43.2	44.7	46.1	47.5	49.0	50.5
47.0	33.9	35.2	36.6	37.9	39.3	40.7	42.1	43.5	44.9	46.3	47.8	49.3	50.8
47.2	34.1	35.4	36.8	38.1	39.5	40.9	42.3	43.7	45.1	46.6	48.1	49.5	51.0
47.4	34.3	35.6	37.0	38.3	39.7	41.1	42.5	43.9	45.4	46.8	48.3	49.8	51.3
47.6	34.5	35.8	37.2	38.5	39.9	41.3	42.7	44.2	45.6	47.1	48.6	50.1	51.6
47.8	34.6	36.0	37.4	38.7	40.1	41.5	43.0	44.4	45.9	47.3	48.8	50.3	51.8
48.0	34.8	36.2	37.6	38.9	40.3	41.8	43.2	44.6	46.1	47.6	49.1	50.6	52.1
48.2	35.0	36.4	37.8	39.1	40.6	42.0	43.4	44.9	46.4	47.8	49.3	50.9	52.4
48.4	35.2	36.6	37.9	39.4	40.8	42.2	43.7	45.1	46.6	48.1	49.6	51.1	52.7
48.6	35.4	36.8	38.1	39.6	41.0	42.4	43.9	45.4	46.8	48.3	49.9	51.4	52.9
48.8	35.6	36.9	38.3	39.8	41.2	42.6	44.1	45.6	47.1	48.6	50.1	51.7	53.2
49.0	35.7	37.1	38.5	40.0	41.4	42.9	44.3	45.8	47.3	48.8	50.4	51.9	53.5
49.2	35.9	37.3	38.7	40.2	41.6	43.1	44.6	46.1	47.6	49.1	50.6	52.2	53.8
49.4	36.1	37.5	38.9	40.4	41.8	43.3	44.8	46.3	47.8	49.4	50.9	52.5	54.0
49.6	36.3	37.7	39.1	40.6	42.0	43.5	45.0	46.5	48.1	49.6	51.2	52.7	54.3
49.8	36.5	37.9	39.3	40.8	42.3	43.7	45.3	46.8	48.3	49.9	51.4	53.0	54.6
50.0	36.7	38.1	39.5	41.0	42.5	44.0	45.5	47.0	48.5	50.1	51.7	53.3	54.9
50.2	36.9	38.3	39.7	41.2	42.7	44.2	45.7	47.2	48.8	50.4	51.9	53.5	55.2
50.4	37.0	38.5	39.9	41.4	42.9	44.4	45.9	47.5	49.0	50.6	52.2	53.8	55.4
50.6	37.2	38.7	40.1	41.6	43.1	44.6	46.2	47.7	49.3	50.9	52.5	54.1	55.7
50.8	37.4	38.9	40.3	41.8	43.3	44.9	46.4	48.0	49.5	51.1	52.7	54.3	56.0
51.0	37.6	39.1	40.5	42.0	43.6	45.1	46.6	48.2	49.8	51.4	53.0	54.6	56.3
51.2	37.8	39.3	40.7	42.2	43.8	45.3	46.9	48.4	50.0	51.6	53.3	54.9	56.5

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均声速值 (km/s)												
	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00
51.4	38.0	39.4	40.9	42.5	44.0	45.5	47.1	48.7	50.3	51.9	53.5	55.2	56.8
51.6	38.2	39.6	41.1	42.7	44.2	45.8	47.3	48.9	50.5	52.1	53.8	55.4	57.1
51.8	38.3	39.8	41.3	42.9	44.4	46.0	47.6	49.2	50.8	52.4	54.0	55.7	57.4
52.0	38.5	40.0	41.5	43.1	44.6	46.2	47.8	49.4	51.0	52.6	54.3	56.0	57.7
52.2	38.7	40.2	41.7	43.3	44.8	46.4	48.0	49.6	51.3	52.9	54.6	56.2	57.9
52.4	38.9	40.4	41.9	43.5	45.1	46.6	48.3	49.9	51.5	53.2	54.8	56.5	58.2
52.6	39.1	40.6	42.1	43.7	45.3	46.9	48.5	50.1	51.8	53.4	55.1	56.8	58.5
52.8	39.3	40.8	42.4	43.9	45.5	47.1	48.7	50.4	52.0	53.7	55.4	57.1	58.8
53.0	39.5	41.0	42.6	44.1	45.7	47.3	48.9	50.6	52.3	53.9	55.6	57.3	59.1
53.2	39.7	41.2	42.8	44.3	45.9	47.5	49.2	50.8	52.5	54.2	55.9	57.6	59.3
53.4	39.8	41.4	43.0	44.5	46.2	47.8	49.4	51.1	52.7	54.4	56.2	57.9	59.6
53.6	40.0	41.6	43.2	44.8	46.4	48.0	49.6	51.3	53.0	54.7	56.4	58.2	59.9
53.8	40.2	41.8	43.4	45.0	46.6	48.2	49.9	51.6	53.2	55.0	56.7	58.4	—
54.0	40.4	42.0	43.6	45.2	46.8	48.5	50.1	51.8	53.5	55.2	56.9	58.7	—
54.2	40.6	42.2	43.8	45.4	47.0	48.7	50.3	52.0	53.7	55.5	57.2	59.0	—
54.4	40.8	42.4	44.0	45.6	47.2	48.9	50.6	52.3	54.0	55.7	57.5	59.2	—
54.6	41.0	42.6	44.2	45.8	47.5	49.1	50.8	52.5	54.2	56.0	57.7	59.5	—
54.8	41.2	42.8	44.4	46.0	47.7	49.4	51.1	52.8	54.5	56.2	58.0	59.8	—
55.0	41.4	43.0	44.6	46.2	47.9	49.6	51.3	53.0	54.7	56.5	58.3	—	—
55.2	41.5	43.2	44.8	46.4	48.1	49.8	51.5	53.3	55.0	56.8	58.5	—	—
55.4	41.7	43.4	45.0	46.7	48.3	50.0	51.8	53.5	55.3	57.0	58.8	—	—
55.6	41.9	43.6	45.2	46.9	48.6	50.3	52.0	53.7	55.5	57.3	59.1	—	—
55.8	42.1	43.7	45.4	47.1	48.8	50.5	52.2	54.0	55.8	57.5	59.4	—	—
56.0	42.3	43.9	45.6	47.3	49.0	50.7	52.5	54.2	56.0	57.8	59.6	—	—
56.2	42.5	44.1	45.8	47.5	49.2	51.0	52.7	54.5	56.3	58.1	59.9	—	—
56.4	42.7	44.3	46.0	47.7	49.4	51.2	52.9	54.7	56.5	58.3	—	—	—
56.6	42.9	44.5	46.2	47.9	49.7	51.4	53.2	55.0	56.8	58.6	—	—	—
56.8	43.1	44.7	46.4	48.2	49.9	51.6	53.4	55.2	57.0	58.8	—	—	—

平均回 弹值	测区混凝土强度换算值 (MPa)												
	平均声速值 (km/s)												
	3.80	3.90	4.00	4.10	4.20	4.30	4.40	4.50	4.60	4.70	4.80	4.90	5.00
57.0	43.3	44.9	46.6	48.4	50.1	51.9	53.7	55.5	57.3	59.1	--	—	—
57.2	43.4	45.1	46.8	48.6	50.3	52.1	53.9	55.7	57.5	59.4	—	—	—
57.4	43.6	45.3	47.1	48.8	50.6	52.3	54.1	55.9	57.8	59.6	—	—	—
57.6	43.8	45.5	47.3	49.0	50.8	52.6	54.4	56.2	58.0	59.9	—	—	—
57.8	44.0	45.7	47.5	49.2	51.0	52.8	54.6	56.4	58.3	—	—	--	—
58.0	44.2	45.9	47.7	49.4	51.2	53.0	54.8	56.7	58.5	—	—	—	—
58.2	44.4	46.1	47.9	49.7	51.4	53.3	55.1	56.9	58.8	—	—	—	—
58.4	44.6	46.3	48.1	49.9	51.7	53.5	55.3	57.2	59.1	—	--	—	—
58.6	44.8	46.5	48.3	50.1	51.9	53.7	55.6	57.4	59.3	—	—	—	--
58.8	45.0	46.7	48.5	50.3	52.1	53.9	55.8	57.7	59.6	—	--	—	—
59.0	45.2	46.9	48.7	50.5	52.3	54.2	56.0	57.9	59.8	--	—	—	—
59.2	45.4	47.1	48.9	50.7	52.6	54.4	56.3	58.2	--	—	—	---	—
59.4	45.6	47.3	49.1	50.9	52.8	54.6	56.5	58.4	—	—	—	—	---
59.6	45.8	47.5	49.3	51.2	53.0	54.9	56.8	58.7	—	—	—	—	—
59.8	46.0	47.7	49.5	51.4	53.2	55.1	57.0	58.9	---	—	—	—	—
60.0	46.1	47.9	49.8	51.6	53.5	55.3	57.2	59.2	—	—	—	—	—

附录 C 非水平状态检测时的回弹值修正值

表 C 非水平状态检测时的回弹值修正值

R_{ma}	检测角度							
	向上				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
21	-5.9	-4.9	-4.0	-3.0	+2.5	+3.0	+3.5	+4.0
22	-5.8	-4.8	-3.9	-2.9	+2.4	+2.9	+3.4	+3.9
23	-5.7	-4.7	-3.9	-2.9	+2.4	+2.9	+3.4	+3.9
24	-5.6	-4.6	-3.8	-2.8	+2.3	+2.8	+3.3	+3.8
25	-5.5	-4.5	-3.8	-2.8	+2.3	+2.8	+3.3	+3.8
26	-5.4	-4.4	-3.7	-2.7	+2.2	+2.7	+3.2	+3.7
27	-5.3	-4.3	-3.7	-2.7	+2.2	+2.7	+3.2	+3.7
28	-5.2	-4.2	-3.6	-2.6	+2.1	+2.6	+3.1	+3.6
29	-5.1	-4.1	-3.6	-2.6	+2.1	+2.6	+3.1	+3.6
30	-5.0	-4.0	-3.5	-2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
31	-4.9	-4.0	-3.5	-2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
32	-4.8	-3.9	-3.4	-2.4	+1.9	+2.4	+2.9	+3.4
33	-4.7	-3.9	-3.4	-2.4	+1.9	+2.4	+2.9	+3.4
34	-4.6	-3.8	-3.3	-2.3	+1.8	+2.3	+2.8	+3.3
35	-4.5	-3.8	-3.3	-2.3	+1.8	+2.3	+2.8	+3.3
36	-4.4	-3.7	-3.2	-2.2	+1.7	+2.2	+2.7	+3.2
37	-4.3	-3.7	-3.2	-2.2	+1.7	+2.2	+2.7	+3.2
38	-4.2	-3.6	-3.1	-2.1	+1.6	+2.1	+2.6	+3.1
39	-4.1	-3.6	-3.1	-2.1	+1.6	+2.1	+2.6	+3.1
40	-4.0	-3.5	-3.0	-2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0

R_{ms}	检测角度							
	向上				向下			
	90°	60°	45°	30°	-30°	-45°	-60°	-90°
41	-4.0	-3.5	-3.0	-2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
42	-3.9	-3.4	-2.9	-1.9	+1.4	+1.9	+2.4	+2.9
43	-3.9	-3.4	-2.9	-1.9	+1.4	+1.9	+2.4	+2.9
44	-3.8	-3.3	-2.8	-1.8	+1.3	+1.8	+2.3	+2.8
45	-3.8	-3.3	-2.8	-1.8	+1.3	+1.8	+2.3	+2.8
46	-3.7	-3.2	-2.7	-1.7	+1.2	+1.7	+2.2	+2.7
47	-3.7	-3.2	-2.7	-1.7	+1.2	+1.7	+2.2	+2.7
48	-3.6	-3.1	-2.6	-1.6	+1.1	+1.6	+2.1	+2.6
49	-3.3	-3.1	-2.6	-1.6	+1.1	+1.6	+2.1	+2.6
50	-3.5	-3.0	-2.5	-1.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5

注：1、 R_{ms} 小于 20 或大于 50 时，均分别按 20 或 50 查表；

2、表中未列入的相应于 R_{ms} 的修正值 R_{ms} 可用内插法求得，精确至 0.1。

附录 D 不同浇筑面的回弹值修正值

表 D 不同浇筑面的回弹值修正值

R_m^l 或 R_m^b	表面修正值 (R_s^l)	底面修正值 (R_s^b)	R_m^l 或 R_m^b	表面修正值 (R_s^l)	底面修正值 (R_s^b)
20	+2.5	-3.0	36	+0.9	-1.4
21	+2.4	-2.9	37	+0.8	-1.3
22	+2.3	-2.8	38	+0.7	-1.2
23	+2.2	-2.7	39	+0.6	-1.1
24	+2.1	-2.6	40	+0.5	-1.0
25	+2.0	-2.5	41	+0.4	-0.9
26	+1.9	-2.4	42	+0.3	-0.8
27	+1.8	-2.3	43	+0.2	-0.7
28	+1.7	-2.2	44	+0.1	-0.6
29	+1.6	-2.1	45	0	-0.5
30	+1.5	-2.0	46	0	-0.4
31	+1.4	-1.9	47	0	-0.3
32	+1.3	-1.8	48	0	-0.2
33	+1.2	-1.7	49	0	-0.1
34	+1.1	-1.6	50	0	0
35	+1.0	-1.5			

- 注：1、 R_m^l 或 R_m^b 小于 20 或大于 50 时，均分别按 20 或 50 查表；
- 2、表中有关混凝土浇筑表面的修正系数，是指一般原浆抹灰面的修正值；
- 3、表中有关混凝土浇筑底面的修正系数，是指构件底面与侧面采用同一类模板在正常浇筑情况下的修正值；
- 4、表中未列入的相应于 R_m^l 或 R_m^b 的 R_s^l 和 R_s^b 值，可用内插法求得，精确至 0.1。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于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：

正面词采用“必须”；

反面词采用“禁止”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

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：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……规定（或要求）”。

北京市地方性标准

**回弹法、超声回弹综合法
检测泵送混凝土强度技术规程**

DBJ/T01—78—2003

条文说明

2003 北京

前 言

《回弹法、超声回弹综合法检测泵送混凝土强度技术规程》（地方标准）经北京市建设委员会批准，业已发布。

为便于北京地区的设计、监理、施工和检测单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，编制了本规程的条文说明，供使用者参考。

在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请与《回弹法、超声回弹综合法检测泵送混凝土强度技术规程》编制组联系。

目 次

1	总则.....	43
3	回弹仪.....	43
4	超声波检测仪.....	43
5	检测技术.....	43
6	回弹值和超声值计算.....	44
7	测强曲线.....	44
8	混凝土强度的推定.....	45
附录 A	回弹法北京地区泵送混凝土测区混凝土强度 换算表	45
附录 B	超声回弹综合法北京地区泵送混凝土测区 混凝土强度换算表	46
附录 C	非水平状态检测时的回弹值修正值	46
附录 D	不同浇筑面的回弹值修正值	46

1 总 则

1.0.1 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T23—)和《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02:)在北京地区使用多年,在使用中发现泵送混凝土强度换算值的计算结果与结构上的实际混凝土强度值(芯样强度)之间相差较大,为提高这两种非破损方法检测泵送混凝土抗压强度的精度,北京市建设工程质量检测中心组织北京市工程质量检测单位和搅拌站共同协作,制定了北京地区泵送混凝土的测强曲线,编制了本规程。

1.0.2 本规程是为解决北京地区泵送混凝土非破损检测中存在误差较大而编制的。

3 回弹仪

本章内容引用《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T23—)中的第3章内容。

4 超声波检测仪

本章内容引用《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02:)中第3章内容。

5 检测技术

5.1 一般技术

本节引用《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/

T23—) 中 4.1.1~4.1.5 的内容。

5.1.2 抽检构件时,应充分考虑代表性,。

5.1.5 当检测结果用于结构或构件安全性评估时,应采用取芯或其他方法进行验证。

5.2 回弹值测量

本节引用《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T23—) 中第 4.2 节的内容。

5.3 碳化深度值测量

本节引用《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T23—) 中第 4.3 节的内容。

5.4 超声速度值测量

本节引用《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02:) 中第 4 节的 4.3.1~4.3.4 的内容。

6 回弹值和超声值计算

6.1 回弹值计算

本节内容引用《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T23—) 中第 5 章的内容。

6.2 超声速度值计算

本节内容引用《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02:) 中 5.3.1~5.3.5 的内容。

7 测强曲线

7.0.1 明确本规程中的测强曲线是针对北京地区泵送混凝土的地方曲线,龄期为 28 d~365d,强度等级为 10MPa~

60MPa。

7.0.2 北京地区测强曲线的强度误差值与《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T23—)和《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02:)中规定的一致。

7.0.3 特种成型工艺制作的混凝土(如自密实混凝土、引气型泵送混凝土)取芯修正后,可以使用。

8 混凝土强度的推定

8.0.2~8.0.3 的内容与《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T23—)中 7.0.2~7.0.3 的内容一致。

8.0.4 的内容与《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02:)中 6.0.6 的内容一致。

附录 A 回弹法北京地区泵送混凝土 测区混凝土强度换算表

回弹法北京地区泵送混凝土测强曲线按《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T23—)附录 E 的方法制作,试件数量 2425 个,相对标准差 $e=16.3\%$,平均相对误差 $\delta=13.2\%$,龄期为 28d~365d,混凝土强度为 10MPa~60MPa。

换算公式: $f_{cu,i}=0.05887R_m^{1.771}10^{-0.01663d_m}$

式中: $f_{cu,i}$ 测区强度换算值, R_m 修正后的测区平均回弹值, d_m 测区平均碳化深度。

附录 B 超声回弹综合法北京地区泵送混凝土 测区混凝土强度换算表

超声回弹综合法北京地区泵送混凝土测强曲线按《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02:)附录一的方法制作,试件数量 2397 个,相对标准差 $e=14.8\%$,平均相对误差 $\delta=12.0\%$,龄期为 28d~365d,混凝土强度为 10MPa~60MPa。

换算公式: $f_{cu,i}=0.03717v_a^{1.469}R_m^{1.261}$

式中: $f_{cu,i}$ 测区强度换算值, v_a 修正后的测区平均速度值, R_m 修正后的测区平均回弹值。

附录 C 和附录 D

采用《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJ/T23—)中的附录 C 和附录 B。按这两个表修正回弹值后,计算的混凝土强度换算值误差较大,建议用同部位的混凝土芯样强度值进行修正。