

## 附录D 不同浇筑面的回弹值修正值

| $R_m^t$ 或 $R_m^b$ | 表面修正值<br>$R_a^t$ | 底面修正值<br>$R_a^b$ | $R_m^t$ 或 $R_m^b$ | 表面修正值<br>$R_a^t$ | 底面修正值<br>$R_a^b$ |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 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             |
| 31                | +1.3             | -1.9             | 48                | 0                | -0.2             |
| 33                | +1.2             | -1.9             | 49                | 0                | -0.1             |
| 34                | +1.1             | -1.9             | 50                | 0                | 0                |
| 35                | +1.0             | -1.9             |                   |                  |                  |

注：

1.  $R_m^t$  或  $R_m^b$  小于 20 或大于 50 时，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. 表中未列入相应于  $R_m^t$  或  $R_m^b$  或  $R_a^t$  或  $R_a^b$ ，可用内插法求得，精确至 0.1。

# 混凝土回弹仪

## AL-150N



回弹法检测混凝土抗压强度技术规程  
操作和使用说明书

## 目录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 一、概述 .....                 | 1  |
| 二、回弹仪的结构 .....             | 1  |
| 三、回弹仪的操作保养及校验 .....        | 2  |
| 四、检测及数据整理 .....            | 3  |
| 五、混凝土强度的计算 .....           | 7  |
| 附录 A 测区混凝土强度换算表 .....      | 10 |
| 附录 B 泵送混凝土测区强度换算表 .....    | 17 |
| 附录 C 非水平方向检测时的回弹值修正值 ..... | 23 |
| 附录 D 不同浇筑面的回弹值修正值 .....    | 24 |
| 附录 E 回弹法检测混凝土抗压强度报告 .....  | 25 |

| R <sub>ma</sub> | 检测角度 |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 | 向上   |      |      |      | 向下   |      |      |      |
|                 | 90°  | 60°  | 45°  | 30°  | 90°  | 60°  | 45°  | 30°  |
| 41              | -3.0 | -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              | -3.6 | -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<sub>ma</sub> 小于20或大于50时，分别按20或50查表；
2. 表中未列入的相应于R<sub>ma</sub>的修正值R<sub>ma</sub>，可用内插法求得，精确至0.1。

| 平均回弹值 $R_m$ | 测区混凝土强度换算值 $f_{cu}$ (Mpa) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |  |
|-------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|--|
|             | 平均碳化深度值 $d_m$ (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   |  |
| 52.4        | —                         | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 60.0 | 58.8 |  |
| 52.6        | —                         | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | 59.2 |  |
| 52.8        | —                         | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | 59.7 |  |

**注：**

表中未注明的测区混凝土强度换算值为小于10MPa 或大于60MPa。

表中数值是根据曲线方程  $f = 0.3448R^{1.9400}10^{(-0.0173d_m)}$  计算。

附录A和附录B均按全国统一曲线制定。

**附录C 非水平方向检测时的回弹值修正值**

| $R_{ma}$ | 检测角度 |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | 向上   |      |      |      | 向下   |      |      |      |
|          | 90°  | 60°  | 45°  | 30°  | 90°  | 60°  | 45°  | 30°  |
| 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 |

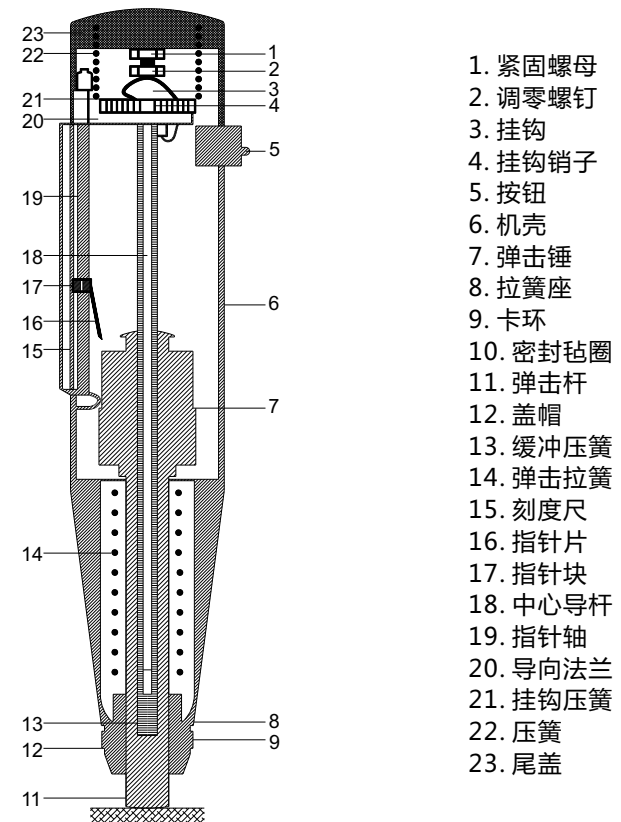
**一. 仪器概述**

混凝土回弹仪是用一弹簧驱动弹击锤并通过弹击杆弹击混凝土表面所产生的瞬时弹性变形的恢复力，使弹击锤带动指针弹回并指示出弹回的距离。以回弹值（弹回的距离与冲击前弹击锤至弹击杆的距离之比，按百分比计算）作为混凝土抗压强度相关的指标之一，来推定混凝土的抗压强度。它是用于无损检测结构或构件混凝土抗压强度的一种仪器。由于回弹仪轻便、灵活、价廉、不需电源、易掌握，非常适合现场建筑工地使用，加之相应的回弹仪检定规程及回弹法检测混凝土抗压强度技术规程的制定、实施，保证了它的检测精度，目前已在我国各行业得到广泛应用。

本厂生产的 AL-150N 型回弹仪系标准能量为2.207J，它的技术性能及主要参数均符合国家计量检定规程《混凝土回弹仪》（JJG817—2011）的规定。

**二. 仪器结构**

图-1示出AL-150N型回弹仪在弹击后的纵向剖面结构示意图与主要零件名称。



1. 紧固螺母
2. 调零螺钉
3. 挂钩
4. 挂钩销子
5. 按钮
6. 机壳
7. 弹击锤
8. 拉簧座
9. 卡环
10. 密封毡圈
11. 弹击杆
12. 盖帽
13. 缓冲压簧
14. 弹击拉簧
15. 刻度尺
16. 指针片
17. 指针块
18. 中心导杆
19. 指针轴
20. 导向法兰
21. 挂钩压簧
22. 压簧
23. 尾盖

图-1 回弹仪构造和主要零件名称

### 三. 回弹仪的操作、保养及校验

#### 1. 操作

- 1.1 将弹击杆顶住混凝土的表面，轻压仪器，使按钮松开，放松压力时弹击杆伸出，挂钩挂上弹击锤。
- 1.2 使仪器的轴线始终垂直于混凝土的表面并缓慢均匀施压，待弹击锤脱钩冲击弹击杆后，弹击锤回弹带动指针向后移动至某一位置时，指针块上的示值刻线在刻度尺上示出一定数值即为回弹值。
- 1.3 使仪器机芯继续顶住混凝土表面进行读数并记录回弹值。如条件不利于读数，可按下按钮，锁住机芯，将仪器移至它处读数。
- 1.4 逐渐对仪器减压，使弹击杆自仪器内伸出，待下一次使用。

#### 2. 保养

回弹仪有下列情况之一时应进行常规保养：

- 2.1 弹击超过 2000 次。
- 2.2 对检测值有怀疑时。
- 2.3 钢砧率定值不合格。

常规保养方法应符合下列要求：

- 2.1 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）和三联件（弹击锤、弹击拉簧和拉簧座）。
- 2.2 用汽油清洗机芯各零部件，特别是中心导杆，弹击锤和弹击杆的内孔与冲击面。清洗后在中心导杆上薄薄地涂上一层钟表油，其它零部件均不得涂油。
- 2.4 清理机壳内壁，卸下刻度尺，检查指针磨擦力，应为 0.5~0.8N。
- 2.4 不得旋转尾盖上已定位紧固的调零螺丝。
- 2.5 不得自制或更换零部件。
- 2.6 保养后应按要求进行率定试验，率定值应为 80±2。

#### 3. 检定

回弹仪有下列情况之一时应送法定部门检定，检定合格的回弹仪具有检定证书：

- 3.1 新回弹仪启用前。
- 3.2 超过检定有效期限（有效期为半年）。
- 3.3 经常规保养后钢砧率定值不合格。
- 3.4 遭受严重撞击或其他损害。
- 3.5 回弹仪率定试验应在室温为（5℃~35℃）的条件下进行，钢砧表面应干燥、清洁并稳固地平放在刚度大的物体上。回弹值应取连续向下弹击三次的稳定回弹值的平均值。率定应分四个方向进行，弹击杆每次应旋转90度，弹击杆每旋转一次所测得的三次率定平均值均应为 80±2。
- 3.6 率定回弹仪的钢砧应每 2 年送授权计量检定机构检定或校准。

### 四. 回弹仪的操作、保养及校验

#### 1. 一般规定：

混凝土强度检测宜具有下列资料：

- 1.1 工程名称、设计单位、施工单位。
- 1.2 构件名称、数量及混凝土类型、强度等级。
- 1.3 水泥安定性；外加剂、掺合料品种；混凝土配合比等。

| 平均回弹值 $R_m$ | 测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (Mpa) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|             | 平均碳化深度值 $d_m$ (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   |
| 45.6        | 57.0                          | 55.9 | 54.8 | 53.7 | 52.7 | 51.6 | 50.6 | 49.6 | 48.6 | 47.7 | 46.7 | 45.8 | 44.9 |
| 45.8        | 57.5                          | 56.4 | 55.3 | 54.2 | 53.1 | 52.1 | 51.0 | 50.0 | 49.0 | 48.1 | 47.1 | 46.2 | 45.3 |
| 46.0        | 58.0                          | 56.9 | 55.7 | 54.6 | 53.6 | 52.5 | 51.5 | 50.5 | 49.5 | 48.5 | 47.5 | 46.6 | 45.7 |
| 46.2        | 58.5                          | 57.3 | 56.2 | 55.1 | 54.0 | 52.9 | 51.9 | 50.9 | 49.9 | 48.9 | 47.9 | 47.0 | 46.1 |
| 46.4        | 59.0                          | 57.8 | 56.7 | 55.6 | 54.5 | 53.4 | 52.3 | 51.3 | 50.3 | 49.3 | 48.3 | 47.4 | 46.4 |
| 46.6        | 59.5                          | 58.3 | 57.2 | 56.0 | 54.9 | 53.8 | 52.8 | 51.7 | 50.7 | 49.7 | 48.7 | 47.8 | 46.8 |
| 46.8        | 60.0                          | 58.8 | 57.6 | 56.5 | 55.4 | 54.3 | 53.2 | 52.2 | 51.1 | 50.1 | 49.1 | 48.2 | 47.2 |
| 47.0        | —                             | 59.3 | 58.1 | 57.0 | 55.8 | 54.7 | 53.7 | 52.6 | 51.6 | 50.5 | 49.5 | 48.6 | 47.6 |
| 47.2        | —                             | 59.8 | 58.6 | 57.4 | 56.3 | 55.2 | 54.1 | 53.0 | 52.0 | 51.0 | 50.0 | 49.0 | 48.0 |
| 47.4        | —                             | 60.0 | 59.1 | 57.9 | 56.8 | 55.6 | 54.5 | 53.5 | 52.4 | 51.4 | 50.4 | 49.4 | 48.4 |
| 47.6        | —                             | —    | 59.6 | 58.4 | 57.2 | 56.1 | 55.0 | 53.9 | 52.8 | 51.8 | 50.8 | 49.8 | 48.8 |
| 47.8        | —                             | —    | 60.0 | 58.9 | 57.7 | 56.6 | 55.4 | 54.4 | 53.3 | 52.2 | 51.2 | 50.2 | 49.2 |
| 48.0        | —                             | —    | —    | 59.3 | 58.2 | 57.0 | 55.9 | 54.8 | 53.7 | 52.7 | 51.6 | 50.6 | 49.6 |
| 48.2        | —                             | —    | —    | 59.8 | 58.6 | 57.5 | 56.3 | 55.2 | 54.1 | 53.1 | 52.0 | 51.0 | 50.0 |
| 48.4        | —                             | —    | —    | 60.0 | 59.1 | 57.9 | 56.8 | 55.7 | 54.6 | 53.5 | 52.5 | 51.4 | 50.4 |
| 48.6        | —                             | —    | —    | —    | 59.6 | 58.4 | 57.3 | 56.1 | 55.0 | 53.9 | 52.9 | 51.8 | 50.8 |
| 48.8        | —                             | —    | —    | —    | 60.0 | 58.9 | 57.7 | 56.6 | 55.5 | 54.4 | 53.3 | 52.2 | 51.2 |
| 49.0        | —                             | —    | —    | —    | —    | 59.3 | 58.2 | 57.0 | 55.9 | 54.8 | 53.7 | 52.7 | 51.6 |
| 49.2        | —                             | —    | —    | —    | —    | 59.8 | 58.6 | 57.5 | 56.3 | 55.2 | 54.1 | 53.1 | 52.0 |
| 49.4        | —                             | —    | —    | —    | —    | 60.0 | 59.1 | 57.9 | 56.8 | 55.7 | 54.6 | 53.5 | 52.4 |
| 49.6        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | 59.6 | 58.4 | 57.2 | 56.1 | 55.0 | 53.9 | 52.9 |
| 49.8        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | 60.0 | 58.8 | 57.7 | 56.6 | 55.4 | 54.3 | 53.3 |
| 50.0        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 59.3 | 58.1 | 57.0 | 55.9 | 54.8 | 53.7 |
| 50.2        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 59.8 | 58.6 | 57.4 | 56.3 | 55.2 | 54.1 |
| 50.4        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 60.0 | 59.0 | 57.9 | 56.7 | 55.6 | 54.5 |
| 50.6        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 59.5 | 58.3 | 57.2 | 56.0 | 54.9 |
| 50.8        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 60.0 | 58.8 | 57.6 | 56.5 | 55.4 |
| 51.0        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 59.2 | 58.1 | 56.9 | 55.8 |
| 51.2        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 59.7 | 58.5 | 57.3 | 56.2 |
| 51.4        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 60.0 | 58.9 | 57.8 | 56.6 |
| 51.6        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 59.4 | 58.2 | 57.1 |
| 51.8        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 59.8 | 58.7 | 57.5 |
| 52.0        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 60.0 | 59.1 | 57.9 |
| 52.2        | —                             | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 59.5 | 58.4 |

| 平均回弹值 $R_m$ | 测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (Mpa) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|             | 平均碳化深度值 $d_m$ (mm)            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|             |                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 38.8        | 41.7                          | 40.9 | 40.1 | 39.3 | 38.5 | 37.7 | 37.0 | 36.3 | 35.5 | 34.8 | 34.2 | 33.5 | 32.8 |
| 39.0        | 42.1                          | 41.3 | 40.5 | 39.7 | 38.9 | 38.1 | 37.4 | 36.6 | 35.9 | 35.2 | 34.5 | 33.8 | 33.2 |
| 39.2        | 42.5                          | 41.7 | 40.9 | 40.1 | 39.3 | 38.5 | 37.7 | 37.0 | 36.3 | 35.5 | 34.8 | 34.2 | 33.5 |
| 39.4        | 42.9                          | 42.1 | 41.3 | 40.5 | 39.7 | 38.9 | 38.1 | 37.4 | 36.6 | 35.9 | 35.2 | 34.5 | 33.8 |
| 39.6        | 43.4                          | 42.5 | 41.7 | 40.9 | 40.0 | 39.3 | 38.5 | 37.7 | 37.0 | 36.3 | 35.5 | 34.8 | 34.2 |
| 39.8        | 43.8                          | 42.9 | 42.1 | 41.3 | 40.4 | 39.6 | 38.9 | 38.1 | 37.3 | 36.6 | 35.9 | 35.2 | 34.5 |
| 40.0        | 44.2                          | 43.4 | 42.5 | 41.7 | 40.8 | 40.0 | 39.2 | 38.5 | 37.7 | 37.0 | 36.2 | 35.5 | 34.8 |
| 40.2        | 44.7                          | 43.8 | 42.9 | 42.1 | 41.2 | 40.4 | 39.6 | 38.8 | 38.1 | 37.3 | 36.6 | 35.9 | 35.2 |
| 40.4        | 45.1                          | 44.2 | 43.3 | 42.5 | 41.6 | 40.8 | 40.0 | 39.2 | 38.4 | 37.7 | 36.9 | 36.2 | 35.5 |
| 40.6        | 45.5                          | 44.6 | 43.7 | 42.9 | 42.0 | 41.2 | 40.4 | 39.6 | 38.8 | 38.1 | 37.3 | 36.6 | 35.8 |
| 40.8        | 46.0                          | 45.1 | 44.2 | 43.3 | 42.4 | 41.6 | 40.8 | 40.0 | 39.2 | 38.4 | 37.7 | 36.9 | 36.2 |
| 41.0        | 46.4                          | 45.5 | 44.6 | 43.7 | 42.8 | 42.0 | 41.2 | 40.4 | 39.6 | 38.8 | 38.0 | 37.3 | 36.5 |
| 41.2        | 46.8                          | 45.9 | 45.0 | 44.1 | 43.2 | 42.4 | 41.6 | 40.7 | 39.9 | 39.1 | 38.4 | 37.6 | 36.9 |
| 41.4        | 47.3                          | 46.3 | 45.4 | 44.5 | 43.7 | 42.8 | 42.0 | 41.1 | 40.3 | 39.5 | 38.7 | 38.0 | 37.2 |
| 41.6        | 47.7                          | 46.8 | 45.9 | 45.0 | 44.1 | 43.2 | 42.3 | 41.5 | 40.7 | 39.9 | 39.1 | 38.3 | 37.6 |
| 41.8        | 48.2                          | 47.2 | 46.3 | 45.4 | 44.5 | 43.6 | 42.7 | 41.9 | 41.1 | 40.3 | 39.5 | 38.7 | 37.9 |
| 42.0        | 48.6                          | 47.7 | 46.7 | 45.8 | 44.9 | 44.0 | 43.1 | 42.3 | 41.5 | 40.6 | 39.8 | 39.1 | 38.3 |
| 42.2        | 49.1                          | 48.1 | 47.1 | 46.2 | 45.3 | 44.4 | 43.5 | 42.7 | 41.8 | 41.0 | 40.2 | 39.4 | 38.6 |
| 42.4        | 49.5                          | 48.5 | 47.6 | 46.6 | 45.7 | 44.8 | 43.9 | 43.1 | 42.2 | 41.4 | 40.6 | 39.8 | 39.0 |
| 42.6        | 50.0                          | 49.0 | 48.0 | 47.1 | 46.1 | 45.2 | 44.3 | 43.5 | 42.6 | 41.8 | 40.9 | 40.1 | 39.3 |
| 42.8        | 50.4                          | 49.4 | 48.5 | 47.5 | 46.6 | 45.6 | 44.7 | 43.9 | 43.0 | 42.2 | 41.3 | 40.5 | 39.7 |
| 43.0        | 50.9                          | 49.9 | 48.9 | 47.9 | 47.0 | 46.1 | 45.2 | 44.3 | 43.4 | 42.5 | 41.7 | 40.9 | 40.1 |
| 43.2        | 51.3                          | 50.3 | 49.3 | 48.4 | 47.4 | 46.5 | 45.6 | 44.7 | 43.8 | 42.9 | 42.1 | 41.2 | 40.4 |
| 43.4        | 51.8                          | 50.8 | 49.8 | 48.8 | 47.8 | 46.9 | 46.0 | 45.1 | 44.2 | 43.3 | 42.5 | 41.6 | 40.8 |
| 43.6        | 52.3                          | 51.2 | 50.2 | 49.2 | 48.3 | 47.3 | 46.4 | 45.5 | 44.6 | 43.7 | 42.8 | 42.0 | 41.2 |
| 43.8        | 52.7                          | 51.7 | 50.7 | 49.7 | 48.7 | 47.7 | 46.8 | 45.9 | 45.0 | 44.1 | 43.2 | 42.4 | 41.5 |
| 44.0        | 53.2                          | 52.2 | 51.1 | 50.1 | 49.1 | 48.2 | 47.2 | 46.3 | 45.4 | 44.5 | 43.6 | 42.7 | 41.9 |
| 44.2        | 53.7                          | 52.6 | 51.6 | 50.6 | 49.6 | 48.6 | 47.6 | 46.7 | 45.8 | 44.9 | 44.0 | 43.1 | 42.3 |
| 44.4        | 54.1                          | 53.1 | 52.0 | 51.0 | 50.0 | 49.0 | 48.0 | 47.1 | 46.2 | 45.3 | 44.4 | 43.5 | 42.6 |
| 44.6        | 54.6                          | 53.5 | 52.5 | 51.5 | 50.4 | 49.4 | 48.5 | 47.5 | 46.6 | 45.7 | 44.8 | 43.9 | 43.0 |
| 44.8        | 55.1                          | 54.0 | 52.9 | 51.9 | 50.9 | 49.9 | 48.9 | 47.9 | 47.0 | 46.1 | 45.1 | 44.3 | 43.4 |
| 45.0        | 55.6                          | 54.5 | 53.4 | 52.4 | 51.3 | 50.3 | 49.3 | 48.3 | 47.4 | 46.5 | 45.5 | 44.6 | 43.8 |
| 45.2        | 56.1                          | 55.0 | 53.9 | 52.8 | 51.8 | 50.7 | 49.7 | 48.8 | 47.8 | 46.9 | 45.9 | 45.0 | 44.1 |
| 45.4        | 56.5                          | 55.4 | 54.3 | 53.3 | 52.2 | 51.2 | 50.2 | 49.2 | 48.2 | 47.3 | 46.3 | 45.4 | 44.5 |

- 1.4 施工模板，混凝土浇筑、养护情况及浇筑日期等。
- 1.5 必要的设计图纸和施工记录。
- 1.6 检测原因。
- 1.7 回弹仪在检测前后，均应在钢砧上做率定试验。

## 2. 检测

混凝土强度可按单个构件检测或按批量进行检测并应符合下列规定：

单个构件的检测应符合（1~7）的规定：

2.1 对于一般构件，测区数不宜少于10个。当检验受检构件数量大于30个且不需提供单个构件推定强度或一方向尺寸不大于4.5m且另一方向尺寸不大于0.3m的构件时，每个构件的测区数量可适当减少，但不应少于5个。

2.2 相邻两测区的间距不应大于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。

2.3 测区宜选在使回弹仪处于水平方向检测，检测面宜为混凝土的浇筑侧面。当不能满足这一要求时，也可选在使回弹仪处于非水平方向检测混凝土的浇筑表面或底面。

2.4 测区宜布置在构件的两个对称的可测面上，当不能布置在对称的可测面上时，也可布置在一个可测面上，且应均匀分布。在构件的重要部位及薄弱部位应布置测区，并应避免预埋件。

2.5 测区的面积不宜大于0.04m<sup>2</sup>。

2.6 测区表面应为混凝土原浆面，并应清洁、平整，不应有疏松层、浮浆、油垢、涂层以及蜂窝、麻面。

2.7 对弹击时产生颤动的薄壁、小型构件应进行固定。

2.8 按批量进行检测应符合下列规定：对于混凝土生产工艺、强度等级相同，原材料、配合比、养护条件基本一致且龄期相近的一批同类构件的检测应采用批量检测。按批量进行检测时，应随机抽取构件，抽检数量不宜少于同批构件总数的30%且不宜少于10件。当检验批构件数量大于30个时，抽样构件数量可适当调整，但不得少于有关标准规定的最小抽样数量。

2.9 测区应标有清晰的编号，并宜在记录纸上绘制测区布置示意图和描述外观质量情况。

2.10 当检测条件与统一测强曲线的适用条件有较大差异时，可采用在构件上钻取的混凝土芯样或同条件试块对测区混凝土强度换算值进行修正。对同一强度等级混凝土修正时，芯样数量不应少于6个，公称直径宜为100mm，高径比应为1。芯样应在测区内钻取，每个芯样应只加工一个试件。同条件试块修正时，试块数量不应少于6个，试块边长应为150mm。计算时，测区混凝土强度修正量及测区混凝土强度换算值的修正应符合下列规定：

（1）修正量应按下列公式计算：

$$\Delta_{\text{tot}} = f_{\text{cor},m}^c - f_{\text{cu},m0}^c \quad (4-1)$$

$$\Delta_{\text{tot}} = f_{\text{cu},m} - f_{\text{cu},m0}^c \quad (4-2)$$

$$f_{\text{cor},m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cor},i} \quad (4-3)$$

$$f_{cu,m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i} \quad (4-4)$$

$$f_{cu,m0}^c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c \quad (4-5)$$

式中符号解释：

$\Delta_{tot}$ ：测区混凝土强度修正量（MPa），精确到0.1MPa。

$f_{cor,m}$ ：测区混凝土强度修正量（MPa），精确到0.1MPa。

$f_{cu,m}$ ：150mm同条件立方体试块混凝土强度平均值（MPa），精确到0.1MPa。

$f_{cu,m0}^c$ ：对应于钻芯部位或同条件立方体试块回弹测区混凝土强度换算值的平均值（MPa），精确到0.1MPa。

$f_{cor,i}$ ：第*i*个混凝土芯样试件的抗压强度。

$f_{cu,i}$ ：第*i*个混凝土立方体试块的抗压强度。

$f_{cu,i}^c$ ：对应于第*i*个芯样部位或同条件立方体试块测区回弹值和碳化深度值的混凝土强度换算值，可按附录A或附录B取值。

*n*：芯样或试块数量。

## （2）测区混凝土强度换算值的修正应按下列公式计算：

$$f_{cu,i1}^c = f_{cu,i0}^c + \Delta_{tot} \quad (4-6)$$

式中符号解释：

$f_{cu,i0}^c$ ：第*i*个测区修正前的混凝土强度换算值（MPa），精确到0.1MPa。

$f_{cu,i1}^c$ ：第*i*个测区修正后的混凝土强度换算值（MPa），精确到0.1MPa。

## （三）回弹值测量

1. 测量回弹值时，回弹仪的轴线应始终垂直于混凝土检测面，并应缓慢施压、准确读数、快速复位。

2. 每一测区应读取16个回弹值，每一测点的回弹值读数应精确至1。测点宜在测区范围内均匀分布，相邻两测点的净距离不宜小于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，同一测点应只弹击一次。

| 平均回弹值 $R_m$ | 测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (Mpa) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|             | 平均碳化深度值 $d_m$ (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   |
| 32.0        | 28.7                          | 28.1 | 27.6 | 27.0 | 26.5 | 26.0 | 25.5 | 25.0 | 24.5 | 24.0 | 23.5 | 23.0 | 22.6 |
| 32.2        | 29.0                          | 28.5 | 27.9 | 27.4 | 26.8 | 26.3 | 25.8 | 25.3 | 24.8 | 24.3 | 23.8 | 23.2 | 22.9 |
| 32.4        | 29.4                          | 28.8 | 28.2 | 27.7 | 27.1 | 26.6 | 26.1 | 25.6 | 25.1 | 24.6 | 24.1 | 23.6 | 23.1 |
| 32.6        | 29.7                          | 29.2 | 28.6 | 28.0 | 27.5 | 26.9 | 26.4 | 25.9 | 25.4 | 24.9 | 24.4 | 23.9 | 23.4 |
| 32.8        | 30.1                          | 29.5 | 28.9 | 28.3 | 27.8 | 27.2 | 26.7 | 26.2 | 25.7 | 25.2 | 24.7 | 24.2 | 23.7 |
| 33.0        | 30.4                          | 29.8 | 29.3 | 28.7 | 28.1 | 27.6 | 27.0 | 26.5 | 26.0 | 25.5 | 25.0 | 24.5 | 24.0 |
| 33.2        | 30.8                          | 30.2 | 29.6 | 29.0 | 28.4 | 27.9 | 27.3 | 26.8 | 26.3 | 25.8 | 25.2 | 24.7 | 24.3 |
| 33.4        | 31.2                          | 30.6 | 30.0 | 29.4 | 28.8 | 28.2 | 27.7 | 27.1 | 26.6 | 26.1 | 25.5 | 25.0 | 24.5 |
| 33.6        | 31.5                          | 30.9 | 30.3 | 29.7 | 29.1 | 28.5 | 28.0 | 27.4 | 26.9 | 26.4 | 25.8 | 25.3 | 24.8 |
| 33.8        | 31.9                          | 31.3 | 30.7 | 30.0 | 29.5 | 28.9 | 28.3 | 27.7 | 27.2 | 26.4 | 26.1 | 25.6 | 25.1 |
| 34.0        | 32.3                          | 31.6 | 31.0 | 30.4 | 29.8 | 29.2 | 28.6 | 28.1 | 27.5 | 27.0 | 26.4 | 25.9 | 25.4 |
| 34.2        | 32.6                          | 32.0 | 31.4 | 30.7 | 30.1 | 29.5 | 29.0 | 28.4 | 27.8 | 27.3 | 26.7 | 26.2 | 25.7 |
| 34.4        | 33.0                          | 32.4 | 31.7 | 31.1 | 30.5 | 29.9 | 29.3 | 28.7 | 28.1 | 27.6 | 27.0 | 26.5 | 26.0 |
| 34.6        | 33.4                          | 32.7 | 32.1 | 31.4 | 30.8 | 30.2 | 29.6 | 29.0 | 28.5 | 27.9 | 27.4 | 26.8 | 26.3 |
| 34.8        | 33.8                          | 33.1 | 32.4 | 31.8 | 31.2 | 30.6 | 30.0 | 29.4 | 28.8 | 28.2 | 27.7 | 27.1 | 26.6 |
| 35.0        | 34.1                          | 33.5 | 32.8 | 32.2 | 31.5 | 30.9 | 30.3 | 29.7 | 29.1 | 28.5 | 28.0 | 27.4 | 26.9 |
| 35.2        | 34.5                          | 33.8 | 33.2 | 32.5 | 31.9 | 31.2 | 30.6 | 30.0 | 29.4 | 28.8 | 28.3 | 27.7 | 27.2 |
| 35.4        | 34.9                          | 34.2 | 33.5 | 32.9 | 32.2 | 31.6 | 31.0 | 30.4 | 29.8 | 29.2 | 28.6 | 28.0 | 27.5 |
| 35.6        | 35.3                          | 34.6 | 33.9 | 33.2 | 32.6 | 31.9 | 31.3 | 30.7 | 30.1 | 29.5 | 28.9 | 28.3 | 27.8 |
| 35.8        | 35.7                          | 35.0 | 34.3 | 33.6 | 32.9 | 32.3 | 31.6 | 31.0 | 30.4 | 20.8 | 29.2 | 28.6 | 28.1 |
| 36.0        | 36.0                          | 35.3 | 34.6 | 34.0 | 33.3 | 32.6 | 32.0 | 31.4 | 30.7 | 30.1 | 29.5 | 29.0 | 28.4 |
| 36.2        | 36.4                          | 35.7 | 35.0 | 34.3 | 33.6 | 33.0 | 32.3 | 31.7 | 31.1 | 30.5 | 29.9 | 29.3 | 28.7 |
| 36.4        | 36.8                          | 36.1 | 35.4 | 34.7 | 34.0 | 33.3 | 32.7 | 32.0 | 31.4 | 30.8 | 30.2 | 29.6 | 29.0 |
| 36.6        | 37.2                          | 36.5 | 35.8 | 35.1 | 34.4 | 33.7 | 33.0 | 32.4 | 31.7 | 31.1 | 30.5 | 29.9 | 29.3 |
| 36.8        | 37.6                          | 36.9 | 36.2 | 35.4 | 34.7 | 34.1 | 33.4 | 32.7 | 32.1 | 31.4 | 30.8 | 30.2 | 29.6 |
| 37.0        | 38.0                          | 37.3 | 36.5 | 35.8 | 35.1 | 34.4 | 33.7 | 33.1 | 32.4 | 31.8 | 31.2 | 30.5 | 29.9 |
| 37.2        | 38.4                          | 37.7 | 36.9 | 36.2 | 35.5 | 34.8 | 34.1 | 33.4 | 32.8 | 32.1 | 31.5 | 30.9 | 30.2 |
| 37.4        | 38.8                          | 38.1 | 37.3 | 36.6 | 35.8 | 35.1 | 34.4 | 33.8 | 33.1 | 32.4 | 31.8 | 31.2 | 30.6 |
| 37.6        | 39.2                          | 38.4 | 37.7 | 36.9 | 36.2 | 35.5 | 34.8 | 34.1 | 33.4 | 32.8 | 32.1 | 31.5 | 30.9 |
| 37.8        | 39.6                          | 38.8 | 38.1 | 37.3 | 36.6 | 35.9 | 35.2 | 34.5 | 33.8 | 33.1 | 32.5 | 31.8 | 31.2 |
| 38.0        | 40.0                          | 39.2 | 38.5 | 37.7 | 37.0 | 36.2 | 35.5 | 34.8 | 34.1 | 33.5 | 32.8 | 32.2 | 31.5 |
| 38.2        | 40.4                          | 39.6 | 38.9 | 38.1 | 37.3 | 36.6 | 35.9 | 35.2 | 34.5 | 33.8 | 33.1 | 32.5 | 31.8 |
| 38.4        | 40.9                          | 40.1 | 39.3 | 38.5 | 37.7 | 37.0 | 36.3 | 35.5 | 34.8 | 34.2 | 33.5 | 32.8 | 32.2 |
| 38.6        | 41.3                          | 40.5 | 39.7 | 38.9 | 38.1 | 37.4 | 36.6 | 35.9 | 35.2 | 34.5 | 33.8 | 33.2 | 32.5 |

| 平均回弹值 $R_m$ | 测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (Mpa) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|             | 平均碳化深度值 $d_m$ (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   |  |
| 25.2        | 18.0                          | 17.7 | 17.3 | 17.0 | 16.7 | 16.3 | 16.0 | 15.7 | 15.4 | 15.1 | 14.8 | 14.5 | 14.2 |  |
| 25.4        | 18.3                          | 18.0 | 17.6 | 17.3 | 16.9 | 16.6 | 16.3 | 15.9 | 15.6 | 15.3 | 15.0 | 14.7 | 14.4 |  |
| 25.6        | 18.6                          | 18.2 | 17.9 | 17.5 | 17.2 | 16.8 | 16.5 | 16.2 | 15.9 | 15.6 | 15.2 | 14.9 | 14.7 |  |
| 25.8        | 18.9                          | 18.5 | 18.2 | 17.8 | 17.4 | 17.1 | 16.8 | 16.4 | 16.1 | 15.8 | 15.5 | 15.2 | 14.9 |  |
| 26.0        | 19.2                          | 18.8 | 18.4 | 18.1 | 17.7 | 17.4 | 17.0 | 16.7 | 16.3 | 16.0 | 15.7 | 15.4 | 15.1 |  |
| 26.2        | 19.5                          | 19.1 | 18.7 | 18.3 | 18.0 | 17.6 | 17.3 | 16.9 | 16.6 | 16.3 | 15.9 | 15.6 | 15.3 |  |
| 26.4        | 19.8                          | 19.4 | 19.0 | 18.6 | 18.2 | 17.9 | 17.5 | 17.2 | 16.8 | 16.5 | 16.2 | 15.9 | 15.6 |  |
| 26.6        | 20.0                          | 19.3 | 19.3 | 18.9 | 18.5 | 18.1 | 17.8 | 17.4 | 17.1 | 16.8 | 16.4 | 16.4 | 15.8 |  |
| 26.8        | 20.3                          | 19.9 | 19.5 | 19.2 | 18.8 | 18.4 | 18.0 | 17.7 | 17.3 | 17.0 | 16.7 | 16.3 | 24.3 |  |
| 27.0        | 20.6                          | 20.2 | 19.8 | 19.4 | 19.1 | 18.7 | 18.3 | 17.9 | 17.6 | 17.2 | 16.9 | 16.6 | 16.2 |  |
| 27.2        | 20.9                          | 20.5 | 20.1 | 19.7 | 19.3 | 18.9 | 18.6 | 18.2 | 17.8 | 17.5 | 17.1 | 16.8 | 16.5 |  |
| 27.4        | 21.2                          | 20.8 | 20.4 | 20.0 | 19.6 | 19.2 | 18.8 | 18.5 | 18.1 | 17.7 | 17.4 | 17.1 | 16.7 |  |
| 27.6        | 21.5                          | 21.1 | 20.7 | 20.3 | 19.9 | 19.5 | 19.1 | 18.7 | 18.4 | 18.0 | 17.6 | 17.3 | 17.0 |  |
| 27.8        | 21.8                          | 21.4 | 21.0 | 20.6 | 20.2 | 19.8 | 19.4 | 19.0 | 18.6 | 18.3 | 17.9 | 17.5 | 17.2 |  |
| 28.0        | 22.1                          | 21.7 | 21.3 | 20.9 | 20.4 | 20.0 | 19.6 | 19.3 | 18.9 | 18.5 | 18.1 | 17.8 | 17.4 |  |
| 28.2        | 22.4                          | 22.0 | 21.6 | 21.1 | 20.7 | 20.3 | 19.9 | 19.5 | 19.1 | 18.8 | 18.4 | 18.0 | 17.7 |  |
| 28.4        | 22.8                          | 22.3 | 21.9 | 21.4 | 21.0 | 20.6 | 20.2 | 19.8 | 19.4 | 19.0 | 18.6 | 18.3 | 17.9 |  |
| 28.6        | 23.1                          | 22.6 | 22.2 | 21.7 | 21.3 | 20.9 | 20.5 | 20.1 | 19.7 | 19.3 | 18.9 | 18.5 | 18.2 |  |
| 28.8        | 23.4                          | 22.9 | 22.5 | 22.0 | 21.6 | 21.2 | 20.7 | 20.3 | 19.9 | 19.5 | 19.2 | 18.8 | 18.4 |  |
| 29.0        | 23.7                          | 23.2 | 22.8 | 22.3 | 21.9 | 21.5 | 21.0 | 20.6 | 20.2 | 19.8 | 19.4 | 19.0 | 18.7 |  |
| 29.2        | 24.0                          | 23.5 | 23.1 | 22.6 | 22.2 | 21.7 | 21.3 | 20.9 | 20.5 | 20.1 | 19.7 | 19.3 | 18.9 |  |
| 29.4        | 24.3                          | 23.9 | 23.4 | 22.9 | 22.5 | 22.0 | 21.6 | 21.2 | 20.8 | 20.3 | 19.9 | 19.5 | 19.2 |  |
| 29.8        | 24.7                          | 24.2 | 23.7 | 23.2 | 22.8 | 22.3 | 21.9 | 21.4 | 21.0 | 20.6 | 20.2 | 19.8 | 19.4 |  |
| 29.8        | 25.0                          | 24.5 | 24.0 | 23.5 | 33.6 | 22.6 | 22.2 | 21.7 | 21.3 | 20.9 | 20.5 | 20.1 | 19.7 |  |
| 30.0        | 25.3                          | 24.8 | 24.3 | 23.8 | 23.4 | 22.9 | 22.5 | 22.0 | 21.6 | 21.2 | 20.7 | 20.3 | 19.9 |  |
| 30.2        | 25.6                          | 25.1 | 24.6 | 24.2 | 23.7 | 23.2 | 22.8 | 22.3 | 21.9 | 21.4 | 21.0 | 20.6 | 20.2 |  |
| 30.4        | 26.0                          | 25.5 | 25.0 | 24.5 | 24.0 | 23.5 | 23.0 | 22.6 | 22.1 | 21.7 | 21.3 | 20.9 | 20.4 |  |
| 30.6        | 26.3                          | 25.8 | 25.3 | 24.8 | 24.3 | 23.8 | 23.3 | 22.9 | 22.4 | 22.0 | 21.6 | 21.1 | 20.7 |  |
| 30.8        | 26.6                          | 26.4 | 25.6 | 25.1 | 24.6 | 24.1 | 23.6 | 23.2 | 22.7 | 22.3 | 21.8 | 21.4 | 21.0 |  |
| 31.0        | 27.0                          | 26.4 | 25.9 | 25.4 | 24.9 | 24.4 | 23.9 | 23.5 | 23.0 | 22.5 | 22.1 | 21.7 | 21.2 |  |
| 31.2        | 27.3                          | 26.8 | 26.2 | 25.7 | 25.2 | 24.7 | 24.2 | 23.8 | 23.3 | 22.8 | 22.4 | 21.9 | 21.5 |  |
| 31.4        | 27.7                          | 27.1 | 26.6 | 26.0 | 25.5 | 25.0 | 24.5 | 24.1 | 23.6 | 23.1 | 22.7 | 22.2 | 21.8 |  |
| 31.6        | 28.0                          | 27.4 | 26.9 | 26.4 | 25.9 | 25.3 | 24.8 | 24.4 | 23.9 | 23.4 | 22.9 | 22.5 | 22.0 |  |
| 31.8        | 28.3                          | 27.8 | 27.2 | 26.7 | 26.2 | 25.7 | 25.1 | 24.7 | 24.2 | 23.7 | 23.2 | 22.8 | 22.8 |  |

#### (四) 碳化深度值测量

1. 回弹值测量完毕后，应在有代表性的测区上测量碳化深度值，测点数不应少于构件测区数的30%，应取其平均值作为该构件每个测区的碳化深度值。当碳化深度值极差大于 2.0mm 时，应在每一测区分别测量碳化深度值。
2. 测量碳化深度值时，可采用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，清除孔洞中的粉末和碎屑，且不得用水擦洗。然后应采用浓度为 1%~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线清晰时，应采用碳化深度测量仪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，并应测量 3 次，每次读数精确至 0.25mm，应取三次测量的平均值作为检测结果，精确至 0.5 mm。

#### (五) 泵送混凝土的检测

检测泵送混凝土时，测区应选在混凝土浇筑侧面。

#### (六) 回弹值计算

1. 计算测区平均回弹值时，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，其余的 10 个回弹值按下式计算：

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_i}{10} \quad (4-7)$$

式中符号解释：

$R_m$ ：测区平均回弹值，精确至 0.1。

$R_i$ ：第*i*个测点的回弹值。

2. 非水平方向检测混凝土浇筑侧面时，测区的平均回弹值应按下列公式修正：

$$R_m = R_{m\alpha} + R_{\alpha\alpha} \quad (4-8)$$

式中符号解释：

$R_{m\alpha}$ ：非水平方向检测时测区的平均回弹值，精确至 0.1。

$R_{\alpha\alpha}$ ：非水平方向检测时回弹值修正值，应按本规程附录 C 取值。

3. 水平方向检测混凝土浇筑表面或浇筑底面时，测区的平均回弹值应按下列公式修正：

$$R_m = R_m^t + R_a^t \quad (4-9)$$

$$R_m = R_m^b + R_a^b \quad (4-10)$$

式中符号解释：

$R_m^t$ 、 $R_m^b$ ：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 取值。

4. 当回弹仪为非水平方向且测试面为混凝土的非浇筑侧面时，应先对回弹值进行角度修正，并应对修正后的回弹值进行浇筑面修正。

### 五. 混凝土强度的计算

(一) 构件第*i*个测区混凝土强度换算值，可按本说明书第五章所求得平均回弹值 ( $R_m$ ) 及按说明书第四章 3 条所求得平均碳化深度值 ( $d_m$ )，由本说明书附录 A、附录 B 查表或计算得出。当有地区或专用测强曲线时，混凝土强度的换算值宜按地区测强曲线或专用测强曲线计算或查表得出。

(二) 构件的测区混凝土强度平均值应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，还应计算强度标准差。平均值及标准差应按下列公式计算：

$$m_{f_{cu}^c} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c}{n} \quad (5-1)$$

$$s_{f_{cu}^c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{f_{cu}^c})^2}{n-1}} \quad (5-2)$$

式中符号解释：

$m_{f_{cu}^c}$ ：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，取该构件的测区数；对批量检测的构件，取所有被抽检构件测区数之和。

$s_{f_{cu}^c}$ ：结构或构件测区混凝土强度换算值的标准差 (MPa)，精确至 0.1MPa。

(三) 构件的现龄期混凝土强度推定值 ( $f_{cu,e}$ ) 应符合下列规定：

1、当构件测区数少于 10 个时，应按下式计算：

$$f_{cu,e} = f_{cu,min}^c \quad (5-3)$$

式中符号解释：

$f_{cu,min}^c$ ：构件中最小的测区混凝土强度换算值。

2. 当构件的测区强度值中出现小于 10.0MPa 时，应按下式确定：

$$f_{cu,e} < 10\text{MPa} \quad (5-3)$$

3. 当构件测区数不少于 10 个时，应按下式计算：

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}^c} - 1.645s_{f_{cu}^c} \quad (5-4)$$

附录B 泵送混凝土测区强度换算表

| 平均回弹值 $R_m$ | 测区混凝土强度换算值 $f_{cu}^c$ (Mpa) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|             | 平均碳化深度值 $d_m$ (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   |
| 18.6        | 10.0                        | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 18.8        | 10.2                        | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 19.0        | 10.4                        | 10.2 | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 19.2        | 10.6                        | 10.4 | 10.2 | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 19.4        | 10.9                        | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 19.6        | 11.1                        | 10.9 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 19.8        | 11.3                        | 11.1 | 10.9 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 16.2 | —    | —    | —    | —    | —    |
| 20.0        | 11.5                        | 11.3 | 11.1 | 10.9 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    |
| 20.2        | 11.8                        | 11.5 | 11.3 | 11.1 | 10.9 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | —    | —    | —    | —    |
| 20.4        | 12.0                        | 11.7 | 11.5 | 11.3 | 11.1 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | —    | —    | —    |
| 20.6        | 12.2                        | 12.0 | 11.7 | 11.5 | 11.3 | 11.0 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | —    | —    |
| 20.8        | 12.4                        | 12.2 | 12.0 | 11.7 | 11.5 | 11.3 | 11.0 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | —    |
| 21.0        | 12.7                        | 12.4 | 12.2 | 11.7 | 11.7 | 11.5 | 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 |
| 21.2        | 12.9                        | 12.7 | 12.4 | 12.2 | 11.9 | 11.7 | 11.5 | 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 |
| 21.4        | 13.1                        | 12.9 | 12.6 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.5 | 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.6 | 10.3 |
| 21.6        | 13.4                        | 13.1 | 12.9 | 12.6 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.6 | 11.4 | 11.2 | 11.0 | 10.7 | 10.5 |
| 21.8        | 13.6                        | 13.4 | 13.1 | 12.8 | 12.6 | 12.3 | 12.1 | 11.9 | 11.6 | 11.4 | 11.2 | 10.9 | 10.7 |
| 22.0        | 13.9                        | 13.6 | 13.3 | 13.1 | 12.8 | 12.6 | 12.3 | 12.1 | 11.8 | 11.6 | 11.4 | 11.1 | 10.9 |
| 22.2        | 14.1                        | 13.8 | 13.6 | 13.3 | 13.0 | 12.8 | 12.8 | 12.3 | 12.0 | 11.8 | 11.6 | 11.3 | 11.1 |
| 22.4        | 14.4                        | 14.1 | 13.8 | 13.5 | 13.3 | 13.0 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.3 |
| 22.6        | 14.6                        | 14.3 | 14.0 | 13.8 | 13.5 | 13.2 | 13.0 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 12.0 | 11.7 | 11.5 |
| 22.8        | 14.9                        | 14.6 | 14.3 | 14.0 | 13.7 | 13.5 | 13.2 | 12.9 | 12.7 | 12.7 | 12.2 | 11.9 | 11.7 |
| 23.0        | 15.1                        | 14.8 | 14.5 | 14.2 | 14.0 | 13.7 | 13.4 | 13.1 | 12.9 | 12.6 | 12.4 | 12.1 | 11.9 |
| 23.2        | 15.4                        | 15.1 | 14.8 | 14.5 | 14.2 | 13.9 | 13.6 | 13.4 | 13.4 | 12.8 | 12.6 | 12.3 | 12.1 |
| 23.4        | 15.6                        | 15.3 | 15.0 | 14.7 | 14.4 | 14.1 | 13.9 | 13.6 | 13.6 | 13.1 | 12.8 | 12.6 | 12.3 |
| 23.6        | 15.9                        | 15.6 | 15.3 | 15.0 | 14.7 | 14.4 | 14.4 | 13.8 | 13.5 | 13.3 | 13.0 | 12.8 | 12.5 |
| 23.8        | 16.2                        | 15.8 | 15.5 | 15.2 | 14.9 | 14.6 | 14.3 | 14.1 | 13.8 | 13.5 | 13.2 | 13.0 | 12.7 |
| 24.0        | 16.4                        | 16.1 | 15.8 | 15.5 | 15.2 | 14.9 | 14.6 | 14.3 | 14.0 | 13.7 | 13.5 | 13.2 | 12.9 |
| 24.2        | 16.7                        | 16.4 | 16.0 | 15.7 | 15.4 | 15.1 | 14.8 | 14.5 | 14.2 | 13.9 | 13.7 | 13.4 | 13.1 |
| 24.4        | 17.0                        | 16.6 | 16.3 | 16.0 | 15.7 | 15.3 | 15.0 | 14.7 | 14.5 | 14.2 | 13.9 | 13.6 | 13.3 |
| 24.6        | 17.2                        | 16.9 | 16.5 | 16.2 | 15.9 | 15.6 | 15.3 | 15.0 | 14.7 | 14.4 | 14.1 | 13.8 | 13.6 |
| 24.8        | 17.5                        | 17.1 | 16.8 | 16.5 | 16.2 | 15.8 | 15.5 | 15.2 | 14.9 | 14.6 | 14.3 | 14.1 | 13.8 |
| 25.0        | 17.8                        | 17.4 | 17.1 | 16.7 | 16.4 | 16.4 | 15.8 | 15.5 | 15.2 | 14.9 | 14.6 | 14.3 | 14.0 |



| 平均回弹值 | 测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (Mpa) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |  |
|-------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|--|
|       | 平均碳化深度值 $d_m$ (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   |  |
| 59.6  | —                             | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 60.0 | 57.5 | 55.6 |  |
| 59.8  | —                             | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | 57.9 | 56.0 |  |
| 60.0  | —                             | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —    | 58.3 | 56.4 |  |

注：表中未注明的测区混凝土强度换算值为小于 10 MPa 或大于 60MPa。

4. 当批量检测时，应按下式计算：

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}^c} - k s_{f_{cu}^c} \quad (5-5)$$

式中符号解释：

$k$ ：推定系数，宜取 1.645。当需要进行推定强度区间时，可按有关标准取值。

(四) 对按批量检测的构件，当该批构件混凝土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检测：

1. 当该批构件混凝土强度平均值小于 25MPa 且 ( $S_{f_{cu}^c}$ ) 大于 4.5MPa 时；
2. 当该批构件混凝土强度平均值不小于 25MPa 且不大于 60MPa，并 ( $S_{f_{cu}^c}$ ) 大于 5.5MPa 时。

(五) 符合下列条件的非泵送混凝土，测区强度应按附录 A 进行强度换算；泵送混凝土，测区强度可按附录 B 的曲线方程计算或按附录 B 的规定进行强度换算。

1. 混凝土采用的水泥、砂石、外加剂、掺合料、拌和用水符合国家现行有关标准。
2. 采用普通成型工艺。
3. 采用符合国家标准规定的模板。
4. 蒸汽养护出池经自然养护 7 d 以上，且混凝土表层为干燥状态。
5. 自然养护且龄期为：( 14 ~ 1000 ) d。
6. 抗压强度为：( 10.0 ~ 60.0 ) MPa。

(六) 当有下列情况之一时，测区混凝土强度不得按附录 A 或附录 B 进行强度换算。

1. 非泵送混凝土粗集料最大公称粒径大于 60mm，泵送混凝土粗集料最大公称粒径大于 31.5mm；
2. 特种成型工艺制作的混凝土；
3. 检测部位曲率半径小于 250mm；
4. 潮湿或浸水混凝土。

(七) 回弹法检测混凝土抗压强度报告可按本规程附录 F 的格式编写。

附录A 测区混凝土强度换算表

| 平均回弹值 $R_m$ | 测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (Mpa) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|             | 平均碳化深度值 $d_m$ (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   |  |
| 20.0        | 10.3                          | 10.1 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 20.2        | 10.5                          | 10.3 | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 20.4        | 10.7                          | 10.5 | 10.2 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 20.6        | 11.0                          | 10.8 | 10.4 | 10.1 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 20.8        | 11.2                          | 11.0 | 10.6 | 10.3 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 21.0        | 11.4                          | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 21.2        | 11.6                          | 11.4 | 11.0 | 10.7 | 10.2 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 21.4        | 11.8                          | 11.6 | 11.2 | 10.9 | 10.4 | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 21.6        | 12.0                          | 11.8 | 11.4 | 11.0 | 10.6 | 10.2 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 21.8        | 12.3                          | 12.1 | 11.7 | 11.3 | 10.8 | 10.5 | 10.1 | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 22.0        | 12.5                          | 12.2 | 11.9 | 11.5 | 11.0 | 10.6 | 10.2 | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 22.2        | 12.7                          | 12.4 | 12.1 | 11.7 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | —    | —    | —    | —    | —    |  |
| 22.4        | 13.0                          | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.4 | 11.0 | 10.7 | 10.3 | 10.0 | —    | —    | —    | —    |  |
| 22.6        | 43.2                          | 12.9 | 12.5 | 12.0 | 11.6 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.2 | —    | —    | —    | —    |  |
| 22.8        | 13.4                          | 13.1 | 12.7 | 12.3 | 11.8 | 11.4 | 11.0 | 10.6 | 10.3 | —    | —    | —    | —    |  |
| 23.0        | 13.7                          | 13.4 | 13.0 | 12.6 | 12.1 | 11.6 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.1 | —    | —    | —    |  |
| 23.2        | 13.9                          | 13.6 | 13.2 | 12.8 | 12.2 | 11.8 | 11.4 | 11.0 | 10.7 | 10.3 | 10.1 | —    | —    |  |
| 23.4        | 14.1                          | 13.8 | 13.4 | 13.0 | 12.4 | 12.0 | 11.6 | 11.2 | 10.9 | 10.4 | 10.2 | —    | —    |  |
| 23.6        | 14.4                          | 14.1 | 13.7 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.4 | 11.1 | 10.7 | 10.4 | 10.1 | —    |  |
| 23.8        | 14.6                          | 14.3 | 13.9 | 13.4 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | —    |  |
| 24.0        | 14.9                          | 14.6 | 14.2 | 13.7 | 13.1 | 13.7 | 12.2 | 11.8 | 11.5 | 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.1 |  |
| 24.2        | 15.1                          | 14.8 | 14.3 | 13.9 | 13.3 | 12.8 | 12.4 | 11.9 | 11.6 | 11.2 | 10.9 | 10.6 | 10.3 |  |
| 24.4        | 15.4                          | 15.1 | 14.6 | 14.2 | 13.6 | 13.1 | 12.6 | 12.2 | 11.9 | 11.4 | 11.4 | 10.8 | 10.4 |  |
| 24.6        | 15.6                          | 15.3 | 14.8 | 14.4 | 13.7 | 13.3 | 12.8 | 12.3 | 12.0 | 11.5 | 11.2 | 10.9 | 10.6 |  |
| 24.8        | 15.9                          | 15.6 | 15.1 | 14.6 | 14.0 | 13.5 | 13.0 | 12.6 | 12.2 | 11.8 | 11.4 | 11.1 | 10.7 |  |
| 25.0        | 16.2                          | 15.9 | 15.4 | 14.9 | 14.3 | 13.8 | 13.3 | 12.8 | 12.5 | 12.0 | 11.7 | 11.3 | 10.9 |  |
| 25.2        | 16.4                          | 16.4 | 15.6 | 15.1 | 14.4 | 13.9 | 13.4 | 13.0 | 12.6 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.0 |  |
| 25.4        | 16.7                          | 16.4 | 15.9 | 15.4 | 14.7 | 14.2 | 13.7 | 13.2 | 12.9 | 12.4 | 12.0 | 11.7 | 11.2 |  |
| 25.6        | 16.9                          | 16.6 | 16.1 | 15.7 | 14.9 | 14.4 | 13.9 | 13.4 | 13.0 | 12.5 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |  |
| 25.8        | 17.2                          | 16.9 | 16.3 | 15.8 | 15.1 | 14.6 | 14.1 | 13.6 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |  |
| 26.0        | 17.5                          | 17.2 | 16.6 | 16.1 | 15.4 | 14.9 | 14.4 | 13.8 | 13.5 | 13.0 | 12.6 | 12.2 | 11.6 |  |
| 26.2        | 17.8                          | 17.4 | 16.9 | 16.4 | 15.7 | 15.1 | 14.6 | 14.0 | 13.7 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 11.8 |  |

| 平均回弹值 $R_m$ | 测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (Mpa) |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|             | 平均碳化深度值 $d_m$ (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   |  |
| 53.6        | —                             | —   | —   | —   | —   | 59.2 | 56.9 | 55.4 | 53.9 | 50.9 | 48.7 | 46.4 | 44.9 |  |
| 53.8        | —                             | —   | —   | —   | —   | 59.6 | 57.3 | 55.8 | 54.3 | 51.3 | 49.0 | 46.8 | 45.3 |  |
| 54.0        | —                             | —   | —   | —   | —   | 60.0 | 57.8 | 56.3 | 54.7 | 51.7 | 49.4 | 47.1 | 45.6 |  |
| 54.2        | —                             | —   | —   | —   | —   | 47.0 | 58.2 | 56.7 | 55.1 | 52.1 | 49.8 | 47.5 | 46.0 |  |
| 54.4        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | 58.6 | 57.1 | 55.6 | 52.5 | 50.2 | 47.9 | 46.3 |  |
| 54.6        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | 59.1 | 57.5 | 56.0 | 52.9 | 50.5 | 48.2 | 46.6 |  |
| 54.8        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | 59.5 | 57.9 | 56.4 | 53.2 | 50.9 | 48.5 | 47.0 |  |
| 55.0        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | 59.9 | 58.4 | 56.8 | 53.6 | 51.3 | 48.9 | 47.3 |  |
| 55.2        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | 60.0 | 58.8 | 57.2 | 54.0 | 51.6 | 49.3 | 47.7 |  |
| 55.4        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | 59.2 | 57.6 | 54.4 | 52.0 | 49.6 | 48.0 |  |
| 55.6        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | 59.7 | 58.0 | 54.8 | 52.4 | 50.0 | 48.4 |  |
| 55.8        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | 60.0 | 58.5 | 55.2 | 52.8 | 50.3 | 48.7 |  |
| 56.0        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | 58.9 | 55.6 | 53.2 | 50.7 | 49.1 |  |
| 56.2        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | 59.3 | 56.0 | 53.5 | 51.1 | 49.4 |  |
| 56.4        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | 59.7 | 56.4 | 53.9 | 51.4 | 49.8 |  |
| 56.6        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | 60.0 | 56.8 | 54.3 | 51.8 | 50.1 |  |
| 56.8        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | 57.2 | 54.7 | 52.2 | 39.7 |  |
| 57.0        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | 57.6 | 55.1 | 52.5 | 50.8 |  |
| 57.2        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | 58.0 | 55.5 | 52.9 | 51.2 |  |
| 57.4        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | 58.4 | 55.9 | 53.3 | 51.6 |  |
| 57.6        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | 58.9 | 56.3 | 53.7 | 51.9 |  |
| 57.8        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | 59.3 | 56.7 | 54.0 | 52.3 |  |
| 58.0        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | 59.7 | 57.0 | 54.4 | 52.7 |  |
| 58.2        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | 60.0 | 57.4 | 54.8 | 53.0 |  |
| 58.4        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | —    | 57.8 | 55.2 | 53.4 |  |
| 58.6        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | —    | 58.2 | 55.6 | 53.8 |  |
| 58.8        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | —    | 58.6 | 55.9 | 54.1 |  |
| 59.0        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | —    | 59.0 | 56.3 | 54.5 |  |
| 59.2        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | —    | 59.4 | 56.7 | 54.9 |  |
| 59.4        | —                             | —   | —   | —   | —   | —    | —    | —    | —    | —    | 59.8 | 57.1 | 55.2 |  |



