

广东省标准



DBJ/T 15-XX-202X

备案号 J×××××-202X

---

回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术  
规程

Technical specification for compressive strength  
testing of pumped concrete by rebound method

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

---

广东省住房和城乡建设厅 发布

本标准不涉及专利

# 广东省标准

## 回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程

Technical specification for compressive strength  
testing of pumped concrete by rebound method

**DBJ/T 15-XX-202X**

住房和城乡建设部备案号：J×××××-202X

批准部门：广东省住房和城乡建设厅

施行日期：202X 年 XX 月 XX 日

XXX 出版社

202X 广 州

# 广东省住房和城乡建设厅关于发布广东省标准《回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程》的公告

粤建公告〔202X〕XX号

经组织专家委员会审查，现批准《回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程》为广东省地方标准，编号为 DBJ/T 15-XX-202X。本标准自 202X 年 XX 月 XX 日起实施。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位广东省建筑科学研究院集团股份有限公司、广东省建设工程质量安全检测总站有限公司负责具体技术内容的解释，并在广东省住房和城乡建设厅门户网站（<http://zfcxjst.gd.gov.cn>）公开。

**广东省住房和城乡建设厅**  
202X 年 X 月 X 日

# 前 言

根据广东省住房和城乡建设厅《关于发布〈2015 年广东省工程建设标准制订和修订计划〉的通知》（粤建科函〔2015〕2367 号），编制组经过广泛的调查研究，认真总结实践经验，参考有关标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 回弹仪；4. 检测技术；5. 测强曲线；6. 混凝土强度的推定。

本规程由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由广东省建筑科学研究院集团股份有限公司和广东省建设工程质量安全检测总站有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送广东省建筑科学研究院集团股份有限公司（广州市先烈东路 121 号，邮政编码 510500）。

**主编单位：**广东省建筑科学研究院集团股份有限公司  
广东省建设工程质量安全检测总站有限公司

**参编单位：**华南理工大学  
广州市建设工程质量监督站  
广州市增城区建设工程质量安全监督站  
珠海市横琴新区建设工程质量监督检测站  
中山市建设工程质量监督站  
中山市建设工程质量检测中心有限公司  
东莞市建设工程质量监督站  
东莞市建设工程质量检测中心  
深圳市龙岗区工程质量监督检验站  
清远市建设工程质量检测站  
佛山市顺德区建设工程质量安全监督检测中心  
佛山市禅城区建设工程质量安全检测站

广州建设工程质量安全检测中心有限公司  
广州市芳联混凝土有限公司  
东莞市广创混凝土有限公司  
清远市键发混凝土有限公司  
深圳市为海建材有限公司

**主要起草人员：** 邓 浩 高望清 李 操 曾 宏 何胜华  
王潇宇 杨映云 杨 春 张 勇 曾庆鹏  
黄腾霄 张志忠 彭立才 王金环 徐 鹏  
曹 伟 倪东高 徐伟峰 孔怀胜 孙志东  
郑惠华 邝文浩 洪 亮 陈恩乐 郑永民  
陈景忠 丁江澍 熊凯峰 郑 靓 梁天宇  
朵润民 杨华星 林国光 欧国雄 杨根宏

**主要审查人员：**

# 目 次

1	总 则 .....	1
2	术语和符号 .....	3
	2.1 术语.....	3
	2.2 符号.....	4
3	回弹仪 .....	5
	3.1 技术要求.....	5
	3.2 检定和率定.....	6
	3.3 保养.....	7
4	检测技术 .....	10
	4.1 一般规定.....	10
	4.2 回弹值测量与计算.....	14
	4.3 碳化深度值测量.....	14
5	测强曲线 .....	17
6	混凝土强度的推定 .....	18
	附录 A 本规程地区测强曲线的制定方法.....	23
	附录 B 测区混凝土强度换算表.....	26
	附录 C 回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告 .....	42
	本规程用词说明 .....	44
	引用标准名录 .....	45
	附：条文说明.....	35

# Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols.....	3
2.1	Terms.....	3
2.2	Symbols.....	4
3	Rebound Hammer .....	5
3.1	Technical Requirements .....	5
3.2	Verification and Calibration .....	6
3.3	Maintenance .....	7
4	Testing Technology.....	10
4.1	General Requirements.....	10
4.2	Rebound Value Measurement and Calculation.....	14
4.3	Carbonation Depth Measurement.....	15
5	Testing Strength Curve .....	17
6	Estimation of Compressive Strength for Concrete.....	18
Appendix A	Method of Formulating Testing Strength Curve for the Area Specification .....	23
Appendix B	Conversion Table of Compressive Strength of Concrete for Test Area .....	26
Appendix C	Test Report of Compressive Strength for High Strength Concrete by Rebound Method.....	31
	Explanation of Wording in This Specification.....	33
	List of Quoted Standards .....	34
	Addition: Explanation of Provisions.....	35

# 1 总 则

**1.0.1** 为保证广东地区工程结构中泵送混凝土抗压强度回弹法检测结果的可靠性，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于广东地区工程结构中强度等级为 C15~C60 泵送混凝土抗压强度的检测。本规程不适用于下列情况的混凝土强度检测：

- 1 遭受严重冻伤、化学侵蚀、火灾等而导致表里不一致的混凝土和表面不平整的混凝土；
- 2 潮湿混凝土；
- 3 特种成型工艺制作的混凝土；
- 4 混凝土粗骨料最大公称粒径大于 31.5mm；
- 5 检测部位曲率半径小于 250mm 的混凝土构件；
- 6 检测部位厚度小于 150mm 的混凝土构件；
- 7 所处环境温度低于 0℃或高于 40℃的混凝土构件。

**1.0.3** 当对结构中的混凝土有强度检测要求时，可按

本规程进行检测，其强度推定结果可作为混凝土结构处理的依据。

**1.0.4** 采用本规程检测及推定混凝土强度时，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 测区 testing area

按检测方法要求，在被检测的混凝土结构构件上布置的一个检测单元。

#### 2.1.2 测点 testing point

在测区内，取得回弹数据的检测点。

#### 2.1.3 测区混凝土强度换算值 conversion value of concrete compressive strength of testing area

根据测区混凝土的回弹代表值和碳化深度值，通过测强曲线或测区混凝土强度换算表得到的该测区现龄期混凝土抗压强度值。

#### 2.1.4 混凝土强度推定值 estimation value of compressive strength for concrete

测区混凝土强度换算值总体分布中保证率不低于 95% 的结构或构件现龄期混凝土抗压强度值。

## 2.2 符号

$R_i$  ——测区第*i*个测点的回弹值；

$R$  ——测区回弹代表值；

$d_m$  ——测区平均碳化深度值；

$f_{cu,i}^c$  ——第*i*个测区的测区混凝土强度换算值；

$f_{cor,i}$  ——第*i*个混凝土芯样试件的抗压强度；

$f_{cu,i}$  ——第*i*个同条件养护立方体试件的抗压强度；

$f_{cu,i0}^c$  ——修正前第*i*测区的混凝土强度换算值；

$f_{cu,i1}^c$  ——修正后第*i*测区的混凝土强度换算值；

$\Delta_{tot}$  ——测区混凝土强度修正量；

$m_{f_{cu}^c}$  ——测区混凝土强度换算值的平均值；

$S_{f_{cu}^c}$  ——测区混凝土强度换算值的标准差；

$f_{cu,min}^c$  ——构件的测区混凝土强度换算值的最小值；

$f_{cu,e}$  ——混凝土强度推定值；

$n$  ——测区数、立方体试件数、芯样试件数。

## 3 回弹仪

### 3.1 技术要求

**3.1.1** 本规程测定回弹值的仪器应采用标称能量为 2.207J 的回弹仪，回弹仪可为指针直读式的，也可为数字式的。

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

**3.1.3** 回弹仪除应符合现行国家标准《回弹仪》GB/T 9138 的规定外，尚应符合下列规定：

1 在洛氏硬度 HRC 为  $60 \pm 2$  的钢砧上，回弹仪的率定值应为  $80 \pm 2$ ；

2 数字式回弹仪应带有指针直读示值系统，数字显示的回弹值与指针直读示值相差不应超过 1，且钢砧率定值均应满足要求。

## 3.2 检定和率定

**3.2.1** 回弹仪检定或校准周期为 6 个月，当遇有下列情况之一时，回弹仪应送有资质的计量机构按现行国家计量检定规程《回弹仪》JJG 817 进行检定：

- 1 新回弹仪启用前；
- 2 达到计量有效期限；
- 3 经保养后，率定结果仍不合格；
- 4 数字式回弹仪数字显示的回弹值与指针直读示值相差大于 1；
- 5 更换零件或检修后；
- 6 尾盖螺钉松动或调整后；
- 7 遭受严重撞击或其他损害。

**3.2.2** 当遇有下列情况之一时，回弹仪应在钢砧上进行率定，且率定结果不合格时不得使用：

- 1 每个检测项目在使用回弹仪检测之前和之后；
- 2 使用回弹仪测试过程中回弹值异常时；
- 3 回弹仪保养后。

**3.2.3** 回弹仪的率定应符合下列规定：

1 钢砧表面应干燥、清洁，并应稳固地平放在刚度大的水平面上；

2 回弹仪的弹击杆通过钢砧的导向套筒，使其端部球面与砧芯接触，回弹仪应垂直于接触面连续向下弹击 3 次；

3 弹击杆旋转 3 次，每次应旋转  $90^{\circ}$ ，且每旋转 1 次弹击杆，应弹击 3 次；

4 率定应分四个方向进行，每个方向应取连续 3 次稳定回弹值的平均值作为率定值；

5 回弹仪四个方向的率定值均满足本规程第 3.1.3 条给出的限值，则率定结果合格。

**3.2.4** 回弹仪率定所用的钢砧应符合现行国家标准《回弹仪》GB/T 9138 的规定，应每 2 年送计量检定机构检定或校准。

### 3.3 保养

**3.3.1** 当回弹仪存在下列情况之一时，应进行保养：

- 1 回弹仪弹击超过 2000 次；
- 2 率定结果不合格；
- 3 对检测值有怀疑。

**3.3.2** 回弹仪的保养应由通过专业培训的人员按下列步骤进行：

- 1 先将弹击锤脱钩，取出机芯，然后卸下弹击杆，取出里面的缓冲压簧，并取出弹击锤、弹击拉簧和拉簧座等；

- 2 擦拭清洁机芯各零部件，并应重点清理中心导杆、弹击杆的端面、弹击锤的内孔和冲击面；

- 3 保养完成并组装仪器后应按本规程第 3.2.3 条的规定进行率定；

- 4 对于数字式回弹仪，还应按产品要求的维护程序进行维护。

**3.3.3** 回弹仪的保养应符合下列规定：

- 1 经过清理的零部件，除应在中心导杆上薄薄涂抹钟表油外，其他零部件均不得抹油；

- 2 应保持弹击拉簧前端钩入拉簧座的原孔位；

3 不得旋转尾盖上已定位紧固的调零螺丝；

4 不得自制或更换零部件。

**3.3.4** 回弹仪每次使用完毕后，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。

**3.3.5** 回弹仪不用时，应将弹击杆压入机壳内，经弹击后按下按钮，锁住机芯，然后装入仪器箱，并应平放在干燥阴凉、无腐蚀性气体的室内。当数字式回弹仪长期不用时，应取出电池。

## 4 检测技术

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 使用回弹仪进行工程检测的人员，应经专业培训合格。

**4.1.2** 检测前宜收集下列资料：

- 1 工程名称及建设、设计、施工、监理单位名称；
- 2 构件名称、数量、部位及混凝土类型、强度等级；
- 3 水泥品种、强度等级、安定性，砂石品种、粒径，外加剂、掺合料品种类别，混凝土配合比等；
- 4 施工模板类型，混凝土浇筑日期、施工工艺、养护情况等；
- 5 必要的设计图纸和施工记录；
- 6 检测原因。

**4.1.3** 采用回弹法检测混凝土强度，可按单个构件

进行检测，也可按批抽样进行检测。

**4.1.4** 按单个构件检测时，应符合下列规定：

- 1 对于一般构件，测区数不宜少于 10 个；
- 2 受检构件某一方向尺寸不大于 4.5m 且另一方向尺寸不大于 0.3m 时，测区数量可适当减少，但不应少于 5 个。

**4.1.5** 构件的测区布置应符合下列规定：

- 1 测区应布置在能使回弹仪处于水平方向弹击的混凝土浇筑侧面；
- 2 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，也可布置在同一个可测面上；
- 3 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；
- 4 测区应均匀分布，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 0.5 m，且不宜小于 0.2m；
- 5 测区尺寸宜为 200mm×200mm；

**6** 测区表面应为混凝土原浆面，并应清洁、平整、干燥，不应有接缝、疏松层、浮浆、油垢、饰面层、涂层以及蜂窝、麻面；表面不平处可用砂轮适度打磨，并擦净残留粉尘；

**7** 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。

**4.1.6** 按批抽样检测时，同时符合下列条件的构件可作为同批构件：

- 1** 混凝土生产工艺、强度等级相同；
- 2** 原材料、配合比、养护条件基本一致且龄期相近；
- 3** 构件种类相同。

**4.1.7** 对同批构件按批抽样检测时，应符合下列规定：

- 1** 构件应随机抽样；
- 2** 抽样数量不宜少于同批构件总数的 30% 且不宜少于 10 个构件；
- 3** 当同批构件数量大于 50 个时，抽样数量可按

现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的规定进行调整，但抽检的构件总数不宜少于 10 个，并按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的规定进行同批构件混凝土的强度推定；

4 当同批构件数量大于 50 个且不需提供单个构件推定强度时，抽检的每个构件的测区数量可适当减少，但不应少于 5 个。

**4.1.8** 当被检测混凝土的原材料和龄期与制定本规程测强曲线所采用的原材料和龄期有较大差异时，对同批构件混凝土，应采用同条件养护立方体试件或直接从结构构件测区内钻取混凝土芯样试件的抗压强度值，对测区混凝土强度换算值进行修正，立方体试件或芯样应符合下列规定：

1 采用同条件养护立方体试件修正时，试件数量不应少于 6 个，试件边长应为 150mm；

2 采用混凝土芯样试件修正时，芯样数量应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》

JGJ/T 384 的规定：直径 100mm 芯样试件的数量不应少于 6 个，直径不小于 70mm 的小直径芯样试件的数量不应少于 9 个。钻芯位置应在回弹测区内，一个测区应只取一个有效芯样，且只加工为一个芯样试件。

## 4.2 回弹值测量与计算

**4.2.1** 回弹仪测量回弹值时，应符合下列规定：

- 1 回弹仪的轴线处于水平方向，并应始终垂直于混凝土检测面；
- 2 应缓慢施压、准确读数、快速复位；
- 3 同一测点应只弹击一次，每一测点的回弹值读数应精确至 1；
- 4 对于弹击时产生颤动的薄壁、小型构件，应进行固定。

**4.2.2** 每一测区应记取 16 个回弹测点，测点在测区范围内宜均匀分布，不得分布在气孔或外露石子上。相邻两测点的净距离不宜小于 20mm；测点距外露

钢筋、预埋件、铁件等的距离不宜小于 30mm。

**4.2.3** 计算测区回弹值时，在同一测区的 16 个回弹值中，应先剔除 3 个最大值和 3 个最小值，然后将余下的 10 个回弹值按下式计算，其结果作为该测区回弹值的代表值：

$$R = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} R_i \quad (4.2.3)$$

式中：  $R$  ——测区回弹代表值，精确至 0.1；

$R_i$  —— 第  $i$  个测点的回弹值。

### 4.3 碳化深度测量

**4.3.1** 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，抽检测区数不应少于构件测区数的 30%，且不宜少于 3 个，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，应在该构件每一测区分别测量碳化深度值。

**4.3.2** 碳化深度值的测量应符合下列规定：

1 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；

2 应除去孔洞中的粉末和碎屑，宜吹干净，不得用水擦洗；

3 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，每次读数应精确至 0.25mm；

4 应取三次测量的平均值作为该测区的碳化深度值  $d_m$ ，并应精确到 0.5mm。

## 5 测强曲线

**5.0.1** 本规程给出的泵送混凝土测强曲线为地区测强曲线，按附录 A 的方法制定。使用地区测强曲线时，被检测的混凝土应与制定该测强曲线混凝土的适用条件相同，不得超出该测强曲线的适用范围。

**5.0.2** 测区混凝土强度换算值按本规程附录 B 进行换算时，混凝土应符合下列条件：

1 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定；

2 砂、石应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量标准及检验方法》JGJ 52 的规定；

3 混凝土采用的外加剂、掺合料、拌合用水等符合国家现行有关标准；

4 混凝土施工时采用的模板符合现行国家标准规定；

5 自然养护且龄期为(14~1000) d。

## 6 混凝土强度的推定

**6.0.1** 按单个构件或按批抽样检测混凝土强度,第*i*个测区混凝土强度换算值,由本规程附录 B 查表得出。附录 B 表中数值是根据下列地区测强曲线公式计算:

$$f_{cu,i}^c = 0.0396R^{1.9250}10^{-0.0232d_m} \quad (6.0.1)$$

式中:  $f_{cu,i}^c$ ——第*i*测区混凝土强度换算值 (MPa),精确到 0.1MPa;

$R$  ——测区回弹代表值,精确至 0.1;

$d_m$  ——测区平均碳化深度值(mm),精确至 0.5mm。

**6.0.2** 当出现本规程第 4.1.8 条情况时,计算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:

$$\Delta_{\text{tot}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cor},i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cu},i}^c \quad (6.0.2-1)$$

$$\Delta_{\text{tot}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cu},i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cu},i}^c \quad (6.0.2-2)$$

式中： $\Delta_{tot}$  ——测区混凝土强度换算值修正量（MPa），精确到 0.1MPa；

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

$f_{cu,i}$  ——第  $i$  个同条件养护立方体试件的抗压强度，精确到 0.1MPa；

$f_{cu,i}^c$  ——对应于第  $i$  个芯样部位或同条件养护立方体试件的测区混凝土强度换算值，精确到 0.1MPa；

$n$  ——芯样试件数或立方体试件数。

**2** 测区混凝土强度换算值的修正应按下式计算：

$$f_{cu,i1}^c = f_{cu,i0}^c + \Delta_{tot} \quad (6.0.2-3)$$

式中： $f_{cu,i0}^c$  ——第  $i$  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  $i$  测区修正后的混凝土强度换算值（MPa），精确到 0.1MPa。

**6.0.3** 测区混凝土强度换算值的平均值和标准差应根据各测区混凝土强度换算值或修正后的测区混凝土强度换算值进行计算。当测区数为 10 个及以上

时，测区混凝土强度换算值的平均值和标准差应按下列公式计算：

$$m_{f_{cu}^c} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c \quad (6.0.3-1)$$

$$S_{f_{cu}^c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{f_{cu}^c})^2}{n-1}} \quad (6.0.3-2)$$

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

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

$n$  —— 测区数。当按单个构件检测时，取该构件的测区数；当按批抽样检测时，取该同批构件的测区数总和。

**6.0.4** 按单个构件检测时，构件的现龄期混凝土强度推定值（ $f_{cu,e}$ ）应按下列公式确定：

1 测区数少于 10 个时，或者测区混凝土强度换算值中出现大于 60.0MPa 时，该构件的混凝土强度

推定值应按下式计算：

$$f_{cu,e} = f_{cu,\min}^c \quad (6.0.4-1)$$

式中： $f_{cu,\min}^c$ ——构件的测区混凝土强度换算值的最小值（MPa），精确至0.1MPa。

2 测区混凝土强度换算值全部大于 60.0MPa 时，该构件的混凝土强度推定值应按下式确定：

$$f_{cu,e} > 60.0\text{MPa} \quad (6.0.4-2)$$

3 测区混凝土强度换算值中出现小于 15.0MPa 时，该构件的混凝土强度推定值应按下式确定：

$$f_{cu,e} < 15.0\text{MPa} \quad (6.0.4-3)$$

4 测区数不少于 10 个时，该构件的混凝土强度推定值应按下式计算：

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}^c} - 1.645S_{f_{cu}^c} \quad (6.0.4-4)$$

**6.0.5** 按批抽样检测时，同批构件的现龄期混凝土强度推定值（ $f_{cu,e}$ ）应按下式计算：

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}^c} - 1.645S_{f_{cu}^c} \quad (6.0.5)$$

**6.0.6** 按批抽样进行检测时，当该批构件测区混凝土强度换算值的标准差出现下列情况之一，该批构件应全部按单个构件进行检测：

**1** 该批构件的测区混凝土强度换算值的平均值（ $m_{f_{cu}^c}$ ）小于 25.0MPa 时，标准差（ $s_{f_{cu}^c}$ ）大于 4.50MPa；

**2** 该批构件的测区混凝土强度换算值的平均值（ $m_{f_{cu}^c}$ ）不小于 25.0MPa 且不大于 60.0MPa 时，标准差（ $s_{f_{cu}^c}$ ）大于 5.50MPa；

**3** 由于测区混凝土强度换算值中出现大于 60.0MPa 或者小于 15.0MPa，测区混凝土强度换算值不能计算标准差。

**6.0.7** 回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告及其原始记录可按本规程附录 C 的格式编写。

## 附录 A 本规程地区测强曲线的制定方法

**A.0.1** 为编制广东地区泵送混凝土测强曲线，选取省内具有代表性地区的预拌商品混凝土开展试验工作。

**A.0.2** 选择本地区工程常用的水泥、粗骨料、细骨料等原材料，制作强度等级为 C10~C60、边长为 150mm 的混凝土立方体标准试件。

**A.0.3** 试件的制作、养护：

1 采用符合现行行业标准《混凝土试模》JG237 规定的试模，各强度等级均采用同一盘混凝土均匀装模振捣成型；

2 每个地区各强度等级的混凝土制作 24 组试件（三个为一组）；

3 试件拆模后按“品”字形堆放并自然养护。

**A.0.4** 试件的测试步骤：

1 每个强度等级的试件按照测试龄期 14d、28d、60d、90d、180d、365d、720d、1000d 各 3 组分别开展测试工作；

2 擦净被测试件，以浇筑侧面的两个相对面置于压力机的上下承压板之间，加压（60~100）kN 以固定试件，低强度试件取低值；

3 在试件保持压力下，采用符合本规程第 3.1 节规定的回弹仪，按照本规程第 4.2.1 条规定的操作方法，在试件两个相对浇筑侧面上进行回弹测试；

参照本规程第 4.3.2 条规定的操作方法，在试件的回弹测试面上进行碳化深度测试；

4 从每个试件 16 个回弹值中剔除 3 个最大值和 3 个最小值，以余下的 10 个回弹值的平均值作为该试件的回弹代表值  $R$ ，精确至 0.1；该试件的碳化深度值  $d_m$ ，精确至 0.5mm。

5 按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T50081 的规定进行抗压强度测试，将试件加荷至破坏，计算试件的抗压强度值  $f_{cu}$ ，精确至 0.1MPa。

#### A.0.5 测强曲线函数关系式的计算步骤：

1 汇总各地区的试验数据，按照各强度等级各龄期的每个试件的回弹代表值  $R$ 、碳化深度值  $d_m$ 、抗压强度值  $f_{cu}$  一一对应列表进行整理；

2 采用最小二乘法的原理按以下函数关系式进行拟合回归分析：

$$\text{指数及幂函数 } f_{cu}^c = a \cdot R_m^b \cdot 10^{c \cdot d_m} \quad (\text{A.0.5-1})$$

$$\text{一次及幂函数 } f_{cu}^c = a \cdot R_m + b \cdot d_m^{0.5} + c \quad (\text{A.0.5-2})$$

$$\text{一次函数 } f_{cu}^c = a \cdot R_m + b \cdot d_m + c \quad (\text{A.0.5-3})$$

$$\text{指数函数 } f_{cu}^c = a \cdot e^{(b \cdot R_m + c \cdot d_m)} \quad (\text{A.0.5-4})$$

式中： $f_{cu}^c$ ——试件抗压强度换算值；

$R$ ——试件回弹代表值；

$d_m$ ——试件平均碳化深度值。

**3** 计算各函数关系式的平均相对误差( $\delta$ )和相对标准差( $e_r$ )，平均相对误差( $\delta$ )不应大于 $\pm 14.0\%$ ，相对标准差( $e_r$ )不应大于 $17.0\%$ 。

**A.0.6** 选取相对标准差和平均相对误差较小且理论分析比较合理的函数关系式作为本地区测强曲线公式。

## 附录 B 测区混凝土强度换算表

根据选定的测强曲线公式，由测区回弹代表值和碳化深度值计算出测区混凝土强度换算值，列出测区混凝土强度换算表，供速查使用。由第 $i$ 个测区的回弹代表值 $R$ 和碳化深度值 $d_m$ 按表 B 可直接查得第 $i$ 个测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ 。

表 B 测区混凝土强度换算表

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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
21.9	15.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.0	15.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.1	15.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.2	15.5	15.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.3	15.6	15.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.4	15.7	15.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.5	15.9	15.5	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.6	16.0	15.6	15.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.7	16.1	15.7	15.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.8	16.3	15.9	15.4	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22.9	16.4	16.0	15.6	15.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23.0	16.6	16.1	15.7	15.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$
23.1	16.7	16.3	15.8	15.4	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—
23.2	16.8	16.4	16.0	15.5	15.1	—	—	—	—	—	—	—	—
23.3	17.0	16.5	16.1	15.7	15.3	—	—	—	—	—	—	—	—
23.4	17.1	16.7	16.2	15.8	15.4	15.0	—	—	—	—	—	—	—
23.5	17.3	16.8	16.4	15.9	15.5	15.1	—	—	—	—	—	—	—
23.6	17.4	16.9	16.5	16.1	15.6	15.2	—	—	—	—	—	—	—
23.7	17.5	17.1	16.6	16.2	15.8	15.3	—	—	—	—	—	—	—
23.8	17.7	17.2	16.8	16.3	15.9	15.5	15.1	—	—	—	—	—	—
23.9	17.8	17.4	16.9	16.5	16.0	15.6	15.2	—	—	—	—	—	—
24.0	18.0	17.5	17.0	16.6	16.2	15.7	15.3	—	—	—	—	—	—
24.1	18.1	17.6	17.2	16.7	16.3	15.9	15.4	15.0	—	—	—	—	—
24.2	18.3	17.8	17.3	16.9	16.4	16.0	15.6	15.1	—	—	—	—	—
24.3	18.4	17.9	17.4	17.0	16.5	16.1	15.7	15.3	—	—	—	—	—
24.4	18.6	18.1	17.6	17.1	16.7	16.2	15.8	15.4	15.0	—	—	—	—
24.5	18.7	18.2	17.7	17.3	16.8	16.4	15.9	15.5	15.1	—	—	—	—
24.6	18.8	18.4	17.9	17.4	16.9	16.5	16.1	15.6	15.2	—	—	—	—
24.7	19.0	18.5	18.0	17.5	17.1	16.6	16.2	15.8	15.3	—	—	—	—
24.8	19.1	18.6	18.1	17.7	17.2	16.7	16.3	15.9	15.5	15.1	—	—	—
24.9	19.3	18.8	18.3	17.8	17.3	16.9	16.4	16.0	15.6	15.2	—	—	—
25.0	19.4	18.9	18.4	17.9	17.5	17.0	16.6	16.1	15.7	15.3	—	—	—

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
25.1	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.1	16.7	16.3	15.8	15.4	15.0	—	—	
25.2	19.7	19.2	18.7	18.2	17.7	17.3	16.8	16.4	15.9	15.5	15.1	—	—	
25.3	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	17.4	16.9	16.5	16.1	15.6	15.2	—	—	
25.4	20.0	19.5	19.0	18.5	18.0	17.5	17.1	16.6	16.2	15.8	15.3	—	—	
25.5	20.2	19.7	19.1	18.6	18.2	17.7	17.2	16.8	16.3	15.9	15.5	15.1	—	
25.6	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.3	16.9	16.4	16.0	15.6	15.2	—	
25.7	20.5	20.0	19.4	18.9	18.4	17.9	17.5	17.0	16.6	16.1	15.7	15.3	—	
25.8	20.7	20.1	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.1	16.7	16.2	15.8	15.4	15.0	
25.9	20.8	20.3	19.7	19.2	18.7	18.2	17.7	17.3	16.8	16.4	15.9	15.5	15.1	
26.0	21.0	20.4	19.9	19.4	18.8	18.3	17.9	17.4	16.9	16.5	16.1	15.6	15.2	
26.1	21.1	20.6	20.0	19.5	19.0	18.5	18.0	17.5	17.1	16.6	16.2	15.7	15.3	
26.2	21.3	20.7	20.2	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.2	16.7	16.3	15.9	15.4	
26.3	21.4	20.9	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.3	16.9	16.4	16.0	15.6	
26.4	21.6	21.0	20.5	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	17.4	17.0	16.5	16.1	15.7	
26.5	21.7	21.2	20.6	20.1	19.5	19.0	18.5	18.0	17.6	17.1	16.7	16.2	15.8	
26.6	21.9	21.3	20.8	20.2	19.7	19.2	18.7	18.2	17.7	17.2	16.8	16.3	15.9	
26.7	22.1	21.5	20.9	20.4	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.4	16.9	16.4	16.0	
26.8	22.2	21.6	21.1	20.5	20.0	19.4	18.9	18.4	17.9	17.5	17.0	16.6	16.1	
26.9	22.4	21.8	21.2	20.7	20.1	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.1	16.7	16.2	
27.0	22.5	22.0	21.4	20.8	20.3	19.7	19.2	18.7	18.2	17.7	17.3	16.8	16.4	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,c}$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
27.1	22.7	22.1	21.5	21.0	20.4	19.9	19.3	18.8	18.3	17.9	17.4	16.9	16.5	
27.2	22.9	22.3	21.7	21.1	20.6	20.0	19.5	19.0	18.5	18.0	17.5	17.0	16.6	
27.3	23.0	22.4	21.8	21.3	20.7	20.2	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.2	16.7	
27.4	23.2	22.6	22.0	21.4	20.8	20.3	19.8	19.2	18.7	18.2	17.8	17.3	16.8	
27.5	23.4	22.7	22.1	21.6	21.0	20.4	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	17.4	17.0	
27.6	23.5	22.9	22.3	21.7	21.1	20.6	20.0	19.5	19.0	18.5	18.0	17.5	17.1	
27.7	23.7	23.1	22.5	21.9	21.3	20.7	20.2	19.6	19.1	18.6	18.1	17.7	17.2	
27.8	23.8	23.2	22.6	22.0	21.4	20.9	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.3	
27.9	24.0	23.4	22.8	22.2	21.6	21.0	20.5	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	17.4	
28.0	24.2	23.5	22.9	22.3	21.7	21.2	20.6	20.1	19.5	19.0	18.5	18.0	17.5	
28.1	24.3	23.7	23.1	22.5	21.9	21.3	20.7	20.2	19.7	19.1	18.6	18.1	17.7	
28.2	24.5	23.9	23.2	22.6	22.0	21.4	20.9	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	
28.3	24.7	24.0	23.4	22.8	22.2	21.6	21.0	20.5	19.9	19.4	18.9	18.4	17.9	
28.4	24.9	24.2	23.6	22.9	22.3	21.7	21.2	20.6	20.1	19.5	19.0	18.5	18.0	
28.5	25.0	24.4	23.7	23.1	22.5	21.9	21.3	20.8	20.2	19.7	19.2	18.6	18.2	
28.6	25.2	24.5	23.9	23.2	22.6	22.0	21.5	20.9	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	
28.7	25.4	24.7	24.0	23.4	22.8	22.2	21.6	21.0	20.5	19.9	19.4	18.9	18.4	
28.8	25.5	24.9	24.2	23.6	22.9	22.3	21.7	21.2	20.6	20.1	19.5	19.0	18.5	
28.9	25.7	25.0	24.4	23.7	23.1	22.5	21.9	21.3	20.8	20.2	19.7	19.2	18.7	
29.0	25.9	25.2	24.5	23.9	23.2	22.6	22.0	21.5	20.9	20.3	19.8	19.3	18.8	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
29.1	26.0	25.4	24.7	24.0	23.4	22.8	22.2	21.6	21.0	20.5	19.9	19.4	18.9	
29.2	26.2	25.5	24.9	24.2	23.6	22.9	22.3	21.7	21.2	20.6	20.1	19.5	19.0	
29.3	26.4	25.7	25.0	24.4	23.7	23.1	22.5	21.9	21.3	20.7	20.2	19.7	19.2	
29.4	26.6	25.9	25.2	24.5	23.9	23.2	22.6	22.0	21.5	20.9	20.3	19.8	19.3	
29.5	26.7	26.0	25.3	24.7	24.0	23.4	22.8	22.2	21.6	21.0	20.5	19.9	19.4	
29.6	26.9	26.2	25.5	24.8	24.2	23.5	22.9	22.3	21.7	21.2	20.6	20.1	19.5	
29.7	27.1	26.4	25.7	25.0	24.3	23.7	23.1	22.5	21.9	21.3	20.7	20.2	19.7	
29.8	27.3	26.5	25.8	25.2	24.5	23.9	23.2	22.6	22.0	21.4	20.9	20.3	19.8	
29.9	27.4	26.7	26.0	25.3	24.7	24.0	23.4	22.8	22.2	21.6	21.0	20.5	19.9	
30.0	27.6	26.9	26.2	25.5	24.8	24.2	23.5	22.9	22.3	21.7	21.1	20.6	20.0	
30.1	27.8	27.1	26.3	25.7	25.0	24.3	23.7	23.1	22.4	21.9	21.3	20.7	20.2	
30.2	28.0	27.2	26.5	25.8	25.1	24.5	23.8	23.2	22.6	22.0	21.4	20.9	20.3	
30.3	28.1	27.4	26.7	26.0	25.3	24.6	24.0	23.3	22.7	22.1	21.6	21.0	20.4	
30.4	28.3	27.6	26.9	26.1	25.5	24.8	24.1	23.5	22.9	22.3	21.7	21.1	20.6	
30.5	28.5	27.8	27.0	26.3	25.6	24.9	24.3	23.6	23.0	22.4	21.8	21.3	20.7	
30.6	28.7	27.9	27.2	26.5	25.8	25.1	24.4	23.8	23.2	22.6	22.0	21.4	20.8	
30.7	28.9	28.1	27.4	26.6	25.9	25.3	24.6	23.9	23.3	22.7	22.1	21.5	21.0	
30.8	29.1	28.3	27.5	26.8	26.1	25.4	24.7	24.1	23.5	22.8	22.2	21.7	21.1	
30.9	29.2	28.5	27.7	27.0	26.3	25.6	24.9	24.2	23.6	23.0	22.4	21.8	21.2	
31.0	29.4	28.6	27.9	27.1	26.4	25.7	25.1	24.4	23.8	23.1	22.5	21.9	21.3	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
31.1	29.6	28.8	28.1	27.3	26.6	25.9	25.2	24.6	23.9	23.3	22.7	22.1	21.5	
31.2	29.8	29.0	28.2	27.5	26.8	26.1	25.4	24.7	24.1	23.4	22.8	22.2	21.6	
31.3	30.0	29.2	28.4	27.7	26.9	26.2	25.5	24.9	24.2	23.6	22.9	22.3	21.7	
31.4	30.1	29.4	28.6	27.8	27.1	26.4	25.7	25.0	24.3	23.7	23.1	22.5	21.9	
31.5	30.3	29.5	28.8	28.0	27.3	26.5	25.8	25.2	24.5	23.9	23.2	22.6	22.0	
31.6	30.5	29.7	28.9	28.2	27.4	26.7	26.0	25.3	24.6	24.0	23.4	22.8	22.2	
31.7	30.7	29.9	29.1	28.3	27.6	26.9	26.2	25.5	24.8	24.1	23.5	22.9	22.3	
31.8	30.9	30.1	29.3	28.5	27.8	27.0	26.3	25.6	24.9	24.3	23.7	23.0	22.4	
31.9	31.1	30.3	29.5	28.7	27.9	27.2	26.5	25.8	25.1	24.4	23.8	23.2	22.6	
32.0	31.3	30.4	29.6	28.9	28.1	27.4	26.6	25.9	25.3	24.6	23.9	23.3	22.7	
32.1	31.5	30.6	29.8	29.0	28.3	27.5	26.8	26.1	25.4	24.7	24.1	23.4	22.8	
32.2	31.6	30.8	30.0	29.2	28.4	27.7	27.0	26.2	25.6	24.9	24.2	23.6	23.0	
32.3	31.8	31.0	30.2	29.4	28.6	27.9	27.1	26.4	25.7	25.0	24.4	23.7	23.1	
32.4	32.0	31.2	30.4	29.6	28.8	28.0	27.3	26.6	25.9	25.2	24.5	23.9	23.2	
32.5	32.2	31.4	30.5	29.7	29.0	28.2	27.4	26.7	26.0	25.3	24.7	24.0	23.4	
32.6	32.4	31.6	30.7	29.9	29.1	28.4	27.6	26.9	26.2	25.5	24.8	24.2	23.5	
32.7	32.6	31.7	30.9	30.1	29.3	28.5	27.8	27.0	26.3	25.6	25.0	24.3	23.7	
32.8	32.8	31.9	31.1	30.3	29.5	28.7	27.9	27.2	26.5	25.8	25.1	24.4	23.8	
32.9	33.0	32.1	31.3	30.4	29.6	28.9	28.1	27.4	26.6	25.9	25.3	24.6	23.9	
33.0	33.2	32.3	31.5	30.6	29.8	29.0	28.3	27.5	26.8	26.1	25.4	24.7	24.1	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
33.1	33.4	32.5	31.6	30.8	30.0	29.2	28.4	27.7	27.0	26.2	25.5	24.9	24.2	
33.2	33.6	32.7	31.8	31.0	30.2	29.4	28.6	27.8	27.1	26.4	25.7	25.0	24.4	
33.3	33.8	32.9	32.0	31.2	30.3	29.5	28.8	28.0	27.3	26.5	25.8	25.2	24.5	
33.4	34.0	33.1	32.2	31.3	30.5	29.7	28.9	28.2	27.4	26.7	26.0	25.3	24.6	
33.5	34.2	33.3	32.4	31.5	30.7	29.9	29.1	28.3	27.6	26.9	26.1	25.5	24.8	
33.6	34.3	33.4	32.6	31.7	30.9	30.1	29.3	28.5	27.7	27.0	26.3	25.6	24.9	
33.7	34.5	33.6	32.7	31.9	31.0	30.2	29.4	28.7	27.9	27.2	26.4	25.8	25.1	
33.8	34.7	33.8	32.9	32.1	31.2	30.4	29.6	28.8	28.1	27.3	26.6	25.9	25.2	
33.9	34.9	34.0	33.1	32.2	31.4	30.6	29.8	29.0	28.2	27.5	26.8	26.0	25.4	
34.0	35.1	34.2	33.3	32.4	31.6	30.7	29.9	29.1	28.4	27.6	26.9	26.2	25.5	
34.1	35.3	34.4	33.5	32.6	31.8	30.9	30.1	29.3	28.5	27.8	27.1	26.3	25.6	
34.2	35.5	34.6	33.7	32.8	31.9	31.1	30.3	29.5	28.7	27.9	27.2	26.5	25.8	
34.3	35.7	34.8	33.9	33.0	32.1	31.3	30.4	29.6	28.9	28.1	27.4	26.6	25.9	
34.4	35.9	35.0	34.1	33.2	32.3	31.4	30.6	29.8	29.0	28.3	27.5	26.8	26.1	
34.5	36.1	35.2	34.3	33.4	32.5	31.6	30.8	30.0	29.2	28.4	27.7	26.9	26.2	
34.6	36.3	35.4	34.5	33.5	32.7	31.8	31.0	30.1	29.4	28.6	27.8	27.1	26.4	
34.7	36.5	35.6	34.6	33.7	32.8	32.0	31.1	30.3	29.5	28.7	28.0	27.2	26.5	
34.8	36.7	35.8	34.8	33.9	33.0	32.2	31.3	30.5	29.7	28.9	28.1	27.4	26.7	
34.9	37.0	36.0	35.0	34.1	33.2	32.3	31.5	30.7	29.8	29.1	28.3	27.5	26.8	
35.0	37.2	36.2	35.2	34.3	33.4	32.5	31.7	30.8	30.0	29.2	28.4	27.7	27.0	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
35.1	37.4	36.4	35.4	34.5	33.6	32.7	31.8	31.0	30.2	29.4	28.6	27.8	27.1	
35.2	37.6	36.6	35.6	34.7	33.8	32.9	32.0	31.2	30.3	29.5	28.8	28.0	27.3	
35.3	37.8	36.8	35.8	34.9	33.9	33.0	32.2	31.3	30.5	29.7	28.9	28.2	27.4	
35.4	38.0	37.0	36.0	35.1	34.1	33.2	32.4	31.5	30.7	29.9	29.1	28.3	27.6	
35.5	38.2	37.2	36.2	35.2	34.3	33.4	32.5	31.7	30.8	30.0	29.2	28.5	27.7	
35.6	38.4	37.4	36.4	35.4	34.5	33.6	32.7	31.8	31.0	30.2	29.4	28.6	27.9	
35.7	38.6	37.6	36.6	35.6	34.7	33.8	32.9	32.0	31.2	30.4	29.6	28.8	28.0	
35.8	38.8	37.8	36.8	35.8	34.9	34.0	33.1	32.2	31.3	30.5	29.7	28.9	28.2	
35.9	39.0	38.0	37.0	36.0	35.1	34.1	33.2	32.4	31.5	30.7	29.9	29.1	28.3	
36.0	39.2	38.2	37.2	36.2	35.3	34.3	33.4	32.5	31.7	30.8	30.0	29.2	28.5	
36.1	39.4	38.4	37.4	36.4	35.4	34.5	33.6	32.7	31.8	31.0	30.2	29.4	28.6	
36.2	39.6	38.6	37.6	36.6	35.6	34.7	33.8	32.9	32.0	31.2	30.4	29.6	28.8	
36.3	39.9	38.8	37.8	36.8	35.8	34.9	34.0	33.1	32.2	31.3	30.5	29.7	28.9	
36.4	40.1	39.0	38.0	37.0	36.0	35.1	34.1	33.2	32.4	31.5	30.7	29.9	29.1	
36.5	40.3	39.2	38.2	37.2	36.2	35.2	34.3	33.4	32.5	31.7	30.8	30.0	29.2	
36.6	40.5	39.4	38.4	37.4	36.4	35.4	34.5	33.6	32.7	31.8	31.0	30.2	29.4	
36.7	40.7	39.6	38.6	37.6	36.6	35.6	34.7	33.8	32.9	32.0	31.2	30.3	29.5	
36.8	40.9	39.8	38.8	37.8	36.8	35.8	34.9	33.9	33.0	32.2	31.3	30.5	29.7	
36.9	41.1	40.1	39.0	38.0	37.0	36.0	35.0	34.1	33.2	32.3	31.5	30.7	29.9	
37.0	41.4	40.3	39.2	38.2	37.2	36.2	35.2	34.3	33.4	32.5	31.7	30.8	30.0	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
37.1	41.6	40.5	39.4	38.4	37.4	36.4	35.4	34.5	33.6	32.7	31.8	31.0	30.2	
37.2	41.8	40.7	39.6	38.6	37.5	36.6	35.6	34.7	33.7	32.9	32.0	31.1	30.3	
37.3	42.0	40.9	39.8	38.8	37.7	36.7	35.8	34.8	33.9	33.0	32.2	31.3	30.5	
37.4	42.2	41.1	40.0	39.0	37.9	36.9	36.0	35.0	34.1	33.2	32.3	31.5	30.6	
37.5	42.4	41.3	40.2	39.2	38.1	37.1	36.1	35.2	34.3	33.4	32.5	31.6	30.8	
37.6	42.7	41.5	40.4	39.4	38.3	37.3	36.3	35.4	34.4	33.5	32.7	31.8	31.0	
37.7	42.9	41.7	40.6	39.6	38.5	37.5	36.5	35.6	34.6	33.7	32.8	32.0	31.1	
37.8	43.1	42.0	40.8	39.8	38.7	37.7	36.7	35.7	34.8	33.9	33.0	32.1	31.3	
37.9	43.3	42.2	41.1	40.0	38.9	37.9	36.9	35.9	35.0	34.1	33.2	32.3	31.4	
38.0	43.5	42.4	41.3	40.2	39.1	38.1	37.1	36.1	35.2	34.2	33.3	32.4	31.6	
38.1	43.7	42.6	41.5	40.4	39.3	38.3	37.3	36.3	35.3	34.4	33.5	32.6	31.8	
38.2	44.0	42.8	41.7	40.6	39.5	38.5	37.5	36.5	35.5	34.6	33.7	32.8	31.9	
38.3	44.2	43.0	41.9	40.8	39.7	38.7	37.6	36.7	35.7	34.7	33.8	32.9	32.1	
38.4	44.4	43.2	42.1	41.0	39.9	38.9	37.8	36.8	35.9	34.9	34.0	33.1	32.2	
38.5	44.6	43.5	42.3	41.2	40.1	39.1	38.0	37.0	36.1	35.1	34.2	33.3	32.4	
38.6	44.9	43.7	42.5	41.4	40.3	39.3	38.2	37.2	36.2	35.3	34.3	33.4	32.6	
38.7	45.1	43.9	42.7	41.6	40.5	39.4	38.4	37.4	36.4	35.5	34.5	33.6	32.7	
38.8	45.3	44.1	43.0	41.8	40.7	39.6	38.6	37.6	36.6	35.6	34.7	33.8	32.9	
38.9	45.5	44.3	43.2	42.0	40.9	39.8	38.8	37.8	36.8	35.8	34.9	33.9	33.0	
39.0	45.8	44.6	43.4	42.2	41.1	40.0	39.0	38.0	37.0	36.0	35.0	34.1	33.2	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,c}$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
39.1	46.0	44.8	43.6	42.4	41.3	40.2	39.2	38.1	37.1	36.2	35.2	34.3	33.4	
39.2	46.2	45.0	43.8	42.7	41.5	40.4	39.4	38.3	37.3	36.3	35.4	34.4	33.5	
39.3	46.4	45.2	44.0	42.9	41.7	40.6	39.6	38.5	37.5	36.5	35.6	34.6	33.7	
39.4	46.7	45.4	44.2	43.1	41.9	40.8	39.8	38.7	37.7	36.7	35.7	34.8	33.9	
39.5	46.9	45.7	44.5	43.3	42.1	41.0	40.0	38.9	37.9	36.9	35.9	35.0	34.0	
39.6	47.1	45.9	44.7	43.5	42.4	41.2	40.1	39.1	38.1	37.1	36.1	35.1	34.2	
39.7	47.4	46.1	44.9	43.7	42.6	41.4	40.3	39.3	38.2	37.2	36.3	35.3	34.4	
39.8	47.6	46.3	45.1	43.9	42.8	41.6	40.5	39.5	38.4	37.4	36.4	35.5	34.5	
39.9	47.8	46.6	45.3	44.1	43.0	41.8	40.7	39.7	38.6	37.6	36.6	35.6	34.7	
40.0	48.0	46.8	45.5	44.3	43.2	42.0	40.9	39.9	38.8	37.8	36.8	35.8	34.9	
40.1	48.3	47.0	45.8	44.6	43.4	42.2	41.1	40.0	39.0	38.0	37.0	36.0	35.0	
40.2	48.5	47.2	46.0	44.8	43.6	42.4	41.3	40.2	39.2	38.1	37.1	36.2	35.2	
40.3	48.7	47.5	46.2	45.0	43.8	42.6	41.5	40.4	39.4	38.3	37.3	36.3	35.4	
40.4	49.0	47.7	46.4	45.2	44.0	42.9	41.7	40.6	39.6	38.5	37.5	36.5	35.5	
40.5	49.2	47.9	46.6	45.4	44.2	43.1	41.9	40.8	39.7	38.7	37.7	36.7	35.7	
40.6	49.4	48.1	46.9	45.6	44.4	43.3	42.1	41.0	39.9	38.9	37.9	36.9	35.9	
40.7	49.7	48.4	47.1	45.9	44.6	43.5	42.3	41.2	40.1	39.1	38.0	37.0	36.1	
40.8	49.9	48.6	47.3	46.1	44.9	43.7	42.5	41.4	40.3	39.2	38.2	37.2	36.2	
40.9	50.1	48.8	47.5	46.3	45.1	43.9	42.7	41.6	40.5	39.4	38.4	37.4	36.4	
41.0	50.4	49.1	47.8	46.5	45.3	44.1	42.9	41.8	40.7	39.6	38.6	37.6	36.6	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
41.1	50.6	49.3	48.0	46.7	45.5	44.3	43.1	42.0	40.9	39.8	38.8	37.7	36.7	
41.2	50.9	49.5	48.2	46.9	45.7	44.5	43.3	42.2	41.1	40.0	38.9	37.9	36.9	
41.3	51.1	49.8	48.4	47.2	45.9	44.7	43.5	42.4	41.3	40.2	39.1	38.1	37.1	
41.4	51.3	50.0	48.7	47.4	46.1	44.9	43.7	42.6	41.5	40.4	39.3	38.3	37.3	
41.5	51.6	50.2	48.9	47.6	46.3	45.1	43.9	42.8	41.7	40.6	39.5	38.4	37.4	
41.6	51.8	50.4	49.1	47.8	46.6	45.3	44.1	43.0	41.8	40.7	39.7	38.6	37.6	
41.7	52.1	50.7	49.3	48.0	46.8	45.5	44.3	43.2	42.0	40.9	39.9	38.8	37.8	
41.8	52.3	50.9	49.6	48.3	47.0	45.8	44.6	43.4	42.2	41.1	40.0	39.0	38.0	
41.9	52.5	51.2	49.8	48.5	47.2	46.0	44.8	43.6	42.4	41.3	40.2	39.2	38.1	
42.0	52.8	51.4	50.0	48.7	47.4	46.2	45.0	43.8	42.6	41.5	40.4	39.3	38.3	
42.1	53.0	51.6	50.3	48.9	47.6	46.4	45.2	44.0	42.8	41.7	40.6	39.5	38.5	
42.2	53.3	51.9	50.5	49.2	47.9	46.6	45.4	44.2	43.0	41.9	40.8	39.7	38.7	
42.3	53.5	52.1	50.7	49.4	48.1	46.8	45.6	44.4	43.2	42.1	41.0	39.9	38.8	
42.4	53.7	52.3	51.0	49.6	48.3	47.0	45.8	44.6	43.4	42.3	41.2	40.1	39.0	
42.5	54.0	52.6	51.2	49.8	48.5	47.2	46.0	44.8	43.6	42.5	41.3	40.2	39.2	
42.6	54.2	52.8	51.4	50.1	48.7	47.5	46.2	45.0	43.8	42.6	41.5	40.4	39.4	
42.7	54.5	53.0	51.6	50.3	49.0	47.7	46.4	45.2	44.0	42.8	41.7	40.6	39.5	
42.8	54.7	53.3	51.9	50.5	49.2	47.9	46.6	45.4	44.2	43.0	41.9	40.8	39.7	
42.9	55.0	53.5	52.1	50.7	49.4	48.1	46.8	45.6	44.4	43.2	42.1	41.0	39.9	
43.0	55.2	53.8	52.4	51.0	49.6	48.3	47.0	45.8	44.6	43.4	42.3	41.2	40.1	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
43.1	55.5	54.0	52.6	51.2	49.8	48.5	47.3	46.0	44.8	43.6	42.5	41.3	40.3	
43.2	55.7	54.3	52.8	51.4	50.1	48.8	47.5	46.2	45.0	43.8	42.7	41.5	40.4	
43.3	56.0	54.5	53.1	51.7	50.3	49.0	47.7	46.4	45.2	44.0	42.8	41.7	40.6	
43.4	56.2	54.7	53.3	51.9	50.5	49.2	47.9	46.6	45.4	44.2	43.0	41.9	40.8	
43.5	56.5	55.0	53.5	52.1	50.7	49.4	48.1	46.8	45.6	44.4	43.2	42.1	41.0	
43.6	56.7	55.2	53.8	52.3	51.0	49.6	48.3	47.0	45.8	44.6	43.4	42.3	41.2	
43.7	57.0	55.5	54.0	52.6	51.2	49.8	48.5	47.3	46.0	44.8	43.6	42.5	41.3	
43.8	57.2	55.7	54.2	52.8	51.4	50.1	48.7	47.5	46.2	45.0	43.8	42.7	41.5	
43.9	57.5	56.0	54.5	53.0	51.6	50.3	49.0	47.7	46.4	45.2	44.0	42.8	41.7	
44.0	57.7	56.2	54.7	53.3	51.9	50.5	49.2	47.9	46.6	45.4	44.2	43.0	41.9	
44.1	58.0	56.4	55.0	53.5	52.1	50.7	49.4	48.1	46.8	45.6	44.4	43.2	42.1	
44.2	58.2	56.7	55.2	53.7	52.3	50.9	49.6	48.3	47.0	45.8	44.6	43.4	42.3	
44.3	58.5	56.9	55.4	54.0	52.6	51.2	49.8	48.5	47.2	46.0	44.8	43.6	42.4	
44.4	58.7	57.2	55.7	54.2	52.8	51.4	50.0	48.7	47.4	46.2	45.0	43.8	42.6	
44.5	59.0	57.4	55.9	54.4	53.0	51.6	50.3	48.9	47.6	46.4	45.2	44.0	42.8	
44.6	59.2	57.7	56.2	54.7	53.2	51.8	50.5	49.1	47.8	46.6	45.4	44.2	43.0	
44.7	59.5	57.9	56.4	54.9	53.5	52.1	50.7	49.4	48.1	46.8	45.6	44.4	43.2	
44.8	59.8	58.2	56.7	55.2	53.7	52.3	50.9	49.6	48.3	47.0	45.8	44.5	43.4	
44.9	60.0	58.4	56.9	55.4	53.9	52.5	51.1	49.8	48.5	47.2	45.9	44.7	43.6	
45.0	—	58.7	57.1	55.6	54.2	52.7	51.3	50.0	48.7	47.4	46.1	44.9	43.7	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$
45.1	—	58.9	57.4	55.9	54.4	53.0	51.6	50.2	48.9	47.6	46.3	45.1	43.9
45.2	—	59.2	57.6	56.1	54.6	53.2	51.8	50.4	49.1	47.8	46.5	45.3	44.1
45.3	—	59.4	57.9	56.3	54.9	53.4	52.0	50.6	49.3	48.0	46.7	45.5	44.3
45.4	—	59.7	58.1	56.6	55.1	53.6	52.2	50.9	49.5	48.2	46.9	45.7	44.5
45.5	—	59.9	58.4	56.8	55.3	53.9	52.5	51.1	49.7	48.4	47.1	45.9	44.7
45.6	—	—	58.6	57.1	55.6	54.1	52.7	51.3	49.9	48.6	47.3	46.1	44.9
45.7	—	—	58.9	57.3	55.8	54.3	52.9	51.5	50.1	48.8	47.5	46.3	45.1
45.8	—	—	59.1	57.6	56.0	54.6	53.1	51.7	50.4	49.0	47.7	46.5	45.3
45.9	—	—	59.4	57.8	56.3	54.8	53.3	51.9	50.6	49.2	47.9	46.7	45.4
46.0	—	—	59.6	58.0	56.5	55.0	53.6	52.2	50.8	49.4	48.1	46.9	45.6
46.1	—	—	59.9	58.3	56.7	55.2	53.8	52.4	51.0	49.7	48.3	47.1	45.8
46.2	—	—	—	58.5	57.0	55.5	54.0	52.6	51.2	49.9	48.5	47.3	46.0
46.3	—	—	—	58.8	57.2	55.7	54.2	52.8	51.4	50.1	48.7	47.5	46.2
46.4	—	—	—	59.0	57.5	55.9	54.5	53.0	51.6	50.3	48.9	47.7	46.4
46.5	—	—	—	59.3	57.7	56.2	54.7	53.3	51.8	50.5	49.2	47.9	46.6
46.6	—	—	—	59.5	57.9	56.4	54.9	53.5	52.1	50.7	49.4	48.1	46.8
46.7	—	—	—	59.7	58.2	56.6	55.1	53.7	52.3	50.9	49.6	48.3	47.0
46.8	—	—	—	60.0	58.4	56.9	55.4	53.9	52.5	51.1	49.8	48.5	47.2
46.9	—	—	—	—	58.7	57.1	55.6	54.1	52.7	51.3	50.0	48.7	47.4
47.0	—	—	—	—	58.9	57.3	55.8	54.4	52.9	51.5	50.2	48.9	47.6

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
47.1	—	—	—	—	59.1	57.6	56.1	54.6	53.1	51.7	50.4	49.1	47.8	
47.2	—	—	—	—	59.4	57.8	56.3	54.8	53.4	52.0	50.6	49.3	48.0	
47.3	—	—	—	—	59.6	58.1	56.5	55.0	53.6	52.2	50.8	49.5	48.2	
47.4	—	—	—	—	59.9	58.3	56.8	55.3	53.8	52.4	51.0	49.7	48.3	
47.5	—	—	—	—	—	58.5	57.0	55.5	54.0	52.6	51.2	49.9	48.5	
47.6	—	—	—	—	—	58.8	57.2	55.7	54.2	52.8	51.4	50.1	48.7	
47.7	—	—	—	—	—	59.0	57.4	55.9	54.5	53.0	51.6	50.3	48.9	
47.8	—	—	—	—	—	59.2	57.7	56.2	54.7	53.2	51.8	50.5	49.1	
47.9	—	—	—	—	—	59.5	57.9	56.4	54.9	53.4	52.0	50.7	49.3	
48.0	—	—	—	—	—	59.7	58.1	56.6	55.1	53.7	52.2	50.9	49.5	
48.1	—	—	—	—	—	60.0	58.4	56.8	55.3	53.9	52.5	51.1	49.7	
48.2	—	—	—	—	—	—	58.6	57.1	55.6	54.1	52.7	51.3	49.9	
48.3	—	—	—	—	—	—	58.8	57.3	55.8	54.3	52.9	51.5	50.1	
48.4	—	—	—	—	—	—	59.1	57.5	56.0	54.5	53.1	51.7	50.3	
48.5	—	—	—	—	—	—	59.3	57.7	56.2	54.7	53.3	51.9	50.5	
48.6	—	—	—	—	—	—	59.5	58.0	56.5	55.0	53.5	52.1	50.7	
48.7	—	—	—	—	—	—	59.8	58.2	56.7	55.2	53.7	52.3	50.9	
48.8	—	—	—	—	—	—	60.0	58.4	56.9	55.4	53.9	52.5	51.1	
48.9	—	—	—	—	—	—	—	58.7	57.1	55.6	54.2	52.7	51.3	
49.0	—	—	—	—	—	—	—	58.9	57.3	55.8	54.4	52.9	51.5	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
49.1	—	—	—	—	—	—	—	59.1	57.6	56.1	54.6	53.1	51.7	
49.2	—	—	—	—	—	—	—	59.4	57.8	56.3	54.8	53.3	51.9	
49.3	—	—	—	—	—	—	—	59.6	58.0	56.5	55.0	53.6	52.1	
49.4	—	—	—	—	—	—	—	59.8	58.3	56.7	55.2	53.8	52.4	
49.5	—	—	—	—	—	—	—	—	58.5	56.9	55.4	54.0	52.6	
49.6	—	—	—	—	—	—	—	—	58.7	57.2	55.7	54.2	52.8	
49.7	—	—	—	—	—	—	—	—	58.9	57.4	55.9	54.4	53.0	
49.8	—	—	—	—	—	—	—	—	59.2	57.6	56.1	54.6	53.2	
49.9	—	—	—	—	—	—	—	—	59.4	57.8	56.3	54.8	53.4	
50.0	—	—	—	—	—	—	—	—	59.6	58.1	56.5	55.0	53.6	
50.1	—	—	—	—	—	—	—	—	59.9	58.3	56.7	55.2	53.8	
50.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.5	57.0	55.5	54.0	
50.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.7	57.2	55.7	54.2	
50.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.9	57.4	55.9	54.4	
50.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.2	57.6	56.1	54.6	
50.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.4	57.8	56.3	54.8	
50.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.6	58.1	56.5	55.0	
50.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.9	58.3	56.7	55.2	
50.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.5	57.0	55.5	
51.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.7	57.2	55.7	

续表 B

测区 回弹 代表 值 $R$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	测区平均碳化深度值 $d_m$ (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	$\geq 6$	
51.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.9	57.4	55.9	
51.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.2	57.6	56.1	
51.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.4	57.8	56.3	
51.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.6	58.0	56.5	
51.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.8	58.3	56.7	
51.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.5	56.9	
51.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.7	57.1	
51.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.9	57.4	
51.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.1	57.6	
52.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.3	57.8	
52.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.6	58.0	
52.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.8	58.2	
52.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	58.4	
52.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.6	
52.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.9	
52.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.1	
52.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.3	
52.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	
52.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.7	
53.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.9	

注：表中未注明（即“—”）的测区混凝土强度换算值为：小于 15.0MPa 或大于 60.0MPa。

## 附录 C 回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告

**C.0.1** 《回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告》的编写格式见表 C.0.1。

表 C.0.1 回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告

委托单位:		报告编号:					
工程名称:		龄 期(d):					
构件部位:		检测依据:					
设计强度:							
检测仪器:		仪器编号:					
检测日期:		报告日期:					
构件编号	测区计算数据 (MPa)						
	平均值	标准差	最小值	推定值			
批量推定混凝土抗压强度							
检测构件数	测区数	最小值 (MPa)	平均值 (MPa)	标准差 (MPa)	抗压强度推定值 (MPa)		
备注:							
批准:		审核:		校核:		检测:	

**C.0.2 《回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告》的原始记录编写格式见表 C.0.2。**

**表 C.0.2 回弹法检测泵送混凝土抗压强度原始记录**

委托单位:		记录编号:										
工程名称:		环境温度:										
构件编号:		检测日期:										
检测仪器:		仪器编号:										
测区编号	回弹值 (N)								碳化深度读数(mm)			碳化深度平均值(mm)
									1#	2#	3#	
测区 1												
测区 2												
测区 3												
...												
测区 10												
...												
率定试验	( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )											
备注	碳化深度测量仪编号: ( ) 钢砧编号: ( ) 温度计编号: ( )											
测试:		记录:		审核:								

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的:  
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- 2) 表示严格,在正常情况下均应该这样做的:  
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”;
- 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,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...要求或规定”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑结构检测技术标准》 GB/T 50344
- 2 《回弹仪》 GB/T 9138
- 3 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》 JGJ/T 23
- 4 《钻芯法检测混凝土强度技术规程》 JGJ/T 384
- 5 国家计量检定规程《回弹仪》 JJG 817
- 6 《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》

CECS02

广东省标准

回弹法检测泵送混凝土抗压强度  
技术规程

DBJ 15-XX-202X

条文说明

# 目 次

1 总 则 .....	37
3 回弹仪 .....	41
3.1 技术要求.....	41
3.2 检定和率定.....	44
3.3 保养.....	46
4 检测技术 .....	48
4.1 一般规定.....	48
4.2 回弹值测量与计算.....	52
4.3 碳化深度值测量.....	53
5 测强曲线 .....	55
6 混凝土强度的推定 .....	59

# 1 总 则

**1.0.1** 统一标称能量为 2.207J 的 M225 型回弹仪检测方法，保证回弹法检测广东地区泵送混凝土抗压强度结果的可靠性是本规程制定的目的。

**1.0.2** 由于回弹法是通过回弹仪检测混凝土表面硬度从而推算出混凝土强度的方法，因此，不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的混凝土构件的检测。

本规程所述的混凝土材料是符合现行国家有关标准的、由广东地区商品混凝土生产企业制作的混凝土，未对采用如离心法、真空法、压浆法、喷射法等特种成型工艺制作的混凝土开展试验研究；构件生产中，有的并非一般机械成型工艺可以完成，例如混凝土轨枕，上、下水管道等，就需采用加压振动或离心法成型工艺，超出了本规程测强曲线的适用范围。

国内、外试验研究表明，普通混凝土所用细骨料的品种和粒径只要符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52 的规定，对回弹法测强没有显著影响。对于再生混凝土、高性能混凝土，使用本规程检测前应进行验证。

混凝土表面湿度对回弹法测强影响很大，应等待混凝土表面干燥后再进行检测。粗骨料最大公称粒径大于 31.5mm 时，已超出制定本规程测强曲线时所用混凝土粗骨料的粒径；泵送混凝土粗骨料最大公称粒径大于 31.5mm 时已不能满足泵送的要求。对于在非平面的构件上测得的回弹值与在平面上测得的回弹值关系，国内目前尚无试验资料，现参照国外资料，规定凡测试部位的曲率半径小于 250mm 的构件一律不能采用本规程测强曲线。

回弹法的测试结果与混凝土的设计强度等级没有直接关系，但实际工程中一般需将回弹法检测结果与设计强度等级进行比较。本规程结合测强曲线的区间范围（15MPa-60MPa）及实际需要，给出适

用范围的混凝土强度等级为 C15~C60。

本规程对强度等级为 C15~C60 混凝土进行抗压强度检测，在实际工程应用中，对于临界条件下不同回弹仪的选择，给出以下建议：

混凝土设计强度等级小于 C60，且现场预留混凝土试块抗压强度代表值低于 60.0MPa 时，建议采用本规程 M225 型回弹仪进行检测；

如现场没有预留混凝土试块，或者混凝土试块抗压强度代表值没有代表性，混凝土实际强度在 60.0MPa 左右时，建议采用 M225 型回弹仪和 H450 型回弹仪对部分构件分别进行预估检测，根据预估检测结果选择回弹仪：

**1** 当两种回弹仪的检测结果都小于 60.0MPa 时，采用 M225 型回弹仪；

**2** 当两种回弹仪的检测结果都不小于 60.0MPa 时，采用 H450 型回弹仪；

**3** 当两种回弹仪的检测结果不一致时，采用其他有效方法（如：钻芯法等）进行检测。

**1.0.3** 通常情况下，混凝土强度的验收和评定应按现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204 及《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107 的规定，采用标准养护试件的抗压强度来检验混凝土的强度质量，不允许用本规程的方法取代国家标准对制作混凝土标准养护试件的要求。因此，按本规程检测所推定的混凝土抗压强度，不能等同于施工现场取样成型并标准养护 28d 或设计规定龄期所得的混凝土试件抗压强度。但是，混凝土试件强度评定不合格时，可按本规程检测方法推定结构中的混凝土强度，并可作为结构是否需要处理的依据；对使用中的结构需要检测混凝土强度，或者在混凝土工程施工过程中出现下列情况时，可按本规程检测方法推定混凝土强度：

1 同条件养护立方体试件的试验结果不能满足设计要求；

2 标准养护试件强度缺乏代表性或试件数量不足；

3 对混凝土标准养护试件强度的检验结果有怀疑；

4 由于管理不善、施工质量不良，导致试件与结构中混凝土质量不一致；

5 监控工程建设过程中的混凝土施工质量。

**1.0.4** 凡本规程涉及的其他有关方面，例如钻芯取样，高空、深坑作业时的安全技术和劳动保护等，均应遵守相应的标准和规范。

## 3 回弹仪

### 3.1 技术要求

**3.1.1** 随着光电子技术在回弹仪上的应用，国内数字式回弹仪的技术水平有了很大的提高，技术上已经成熟，我国一些回弹仪企业生产的数字回弹仪性能已相当稳定。为了推广和应用先进技术，提高工作效率，减少人为产生的读数、记录、计算等过程出现差错，因此，本条规定可使用数字式回弹仪也可使用传统指针直读式回弹仪。

**3.1.2** 由于回弹仪为计量仪器，因此在明显的位置上要标明名称、型号、制造厂名（或商标）、出厂编号及生产日期。回弹仪属于量具，在使用之前，应由有资质的计量机构进行检定，取得计量合格证书，使检测精度得到保证。

**3.1.3** 回弹仪的质量及测试性能直接影响混凝土强

度推定结果的准确性。回弹仪的标准状态是统一仪器性能的基础，是使回弹法广泛应用于现场的关键所在；只有采用质量统一，性能一致的回弹仪，才能保证测试结果的可靠性，并能在同一水平上进行比较。标称能量为 2.207J 回弹仪的标准状态指标：

水平弹击时，弹击锤脱钩的瞬间，回弹仪的标准能量  $E$ ，即回弹仪弹击拉簧恢复原始状态所作的功为：

$$E = \frac{1}{2} KL^2 = \frac{1}{2} \times 784.532 \times 0.075^2 = 2.207J \quad (3-1)$$

式中  $K$ ——弹击拉簧的刚度 (N/m)；

$L$ ——弹击拉簧工作时拉伸长度 (m)。

标称能量为 2.207J 回弹仪的率定所用钢砧质量为 16.0kg。检验回弹仪的率定值是否符合  $80 \pm 2$  的作用是：检验回弹仪的标准能量是否为 2.207J；回弹仪的测试性能是否稳定；机芯的滑动部分是否有污垢等。

当钢砧率定值超出  $80 \pm 2$  范围时，不允许用混

凝土立方体试块上的回弹值予以修正，更不允许旋转尾盖调零螺丝人为地使其达到率定值。此时，可按本规程第 3.3 节要求进行常规保养，若保养仍不合格，可送检定单位检定。

现有绝大多数数字式回弹仪都是在传统机械构造和标准技术参数的基础上实现回弹值的数字化采样的，即现有数字式回弹仪所得到的回弹值采样系统都是把回弹仪的指针示值实现数字化采样。也只有这种形式的数字回弹仪才符合现行回弹法技术规程的使用要求。保留人工直读示值系统能使数字回弹仪的操作者在实际检测过程中随时核对数字回弹仪所显示的采样值是否与指针示值相同，及时发现仪器采样系统的故障。因此，规定数字式回弹仪应带有指针直读系统，这是保证数字式回弹仪的数字显示与指针显示一致性的基本要求。

### **3.2 检定和率定**

**3.2.1** 本条指出，检定混凝土回弹仪的单位应为有资质的计量机构，并按照现行国家计量检定规程《回弹仪》JJG 817 进行。

新出厂的回弹仪，由于在生产过程中的质量控制水平不同，而且贮存运输过程会对回弹仪产生一定影响，为保证回弹仪启用时处于标准状态，因此新回弹仪在使用前必须检定。

现行国家计量检定规程《回弹仪》JJG 817 规定，回弹仪的检定期限为 6 个月，并未区分回弹仪的类型。

回弹仪经常规保养后，钢砧率定值仍不符合要求，表明回弹仪已偏离标准状态，应进行检定。经保养后率定值不合格的回弹仪如果不送检定，需送厂家检修处理。

更换主要零件或检修后，回弹仪的整体性能会产生变化，应进行检定。

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

**3.2.2** 本条汇总整理了回弹仪需进行率定的要求。为了保证在使用中及时发现和纠正回弹仪的非标准状态，每个检测项目，或者每天在使用回弹仪进行现场检测前后都要进行率定。

**3.2.3** 本条参照现行国家计量检定规程《回弹仪》JJG 817 给出了回弹仪的率定方法，完善了现行行业标准关于率定的规定中给出的钢砧率定值的解读。回弹仪四个方向的率定值，是指弹击杆分别在  $0^\circ$ （初始状态）、 $90^\circ$ （旋转 1 次）、 $180^\circ$ （旋转 2 次）、 $270^\circ$ （旋转 3 次）四个方向的率定值。

**3.2.4** 钢砧的钢芯强度和表面状态会随着弹击次数的增加而变化，故规定钢砧应每 2 年校验 1 次。

### **3.3 保养**

**3.3.1** 本条主要规定了回弹仪常规保养的要求。

**3.3.2** 本条给出了回弹仪常规保养的步骤。进行常规保养时，必须先使弹击锤脱钩后再取出机芯，否

则会使弹击杆突然伸出造成伤害。取机芯时要将指针轴向上轻轻抽出，以免造成指针片折断。数字式回弹仪结构和原理较复杂，其厂商已提供了使用和  
维护手册，应按该手册的要求进行维护和保养。需要注意的是，维护保养的人员必须是对回弹仪工作原理很熟悉的，或经过相应技术培训的人员。

**3.3.3** 本条给出了回弹仪常规保养的特别注意事项。各零部件清洗完后，不能在指针轴上抹油；否则，使用中由于指针轴的污垢，将使指针摩擦力变化，直接影响了检测结果。由于回弹仪的使用环境中，粉尘含量较高，加之仪器内各相互移动的部件间有相对磨损，因此需经常做好维护和保养工作。

**3.3.4、3.3.5** 回弹仪每次使用完毕后，应及时清除表面污垢。不用时，应将弹击杆压入仪器内，必须经弹击后方可按下按钮锁住机芯，如果未经弹击而锁住机芯，将使弹击拉簧在不工作时仍处于受拉状态，极易因疲劳而损坏。存放时回弹仪应平放在干燥阴凉处，如存放地点潮湿将会使仪器锈蚀。数字

回弹仪内的电池长期不用，电池内的电解质易发生泄漏，腐蚀电路的连线系统，应取出电池。

## 4 检测技术

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 若不进行专门的技术培训，则会对同一构件混凝土强度的检测结果存在因人而异的混乱现象，本条规定凡从事本项检测的人员应经过专业培训。

**4.1.2** 本条列举的 1~6 项资料，是为了对被检测的构件有全面、系统的了解。此处，必须了解水泥的安定性，如水泥安定性不合格则不能检测，如不能确切了解水泥安定性合格与否应在检测报告上说明，以免产生由于后期混凝土强度因水泥安定性不合格而降低或丧失所引起事故责任不清的问题。另外，了解清楚混凝土浇筑日期是为了推算检测时构件混凝土的龄期，了解混凝土施工工艺等是为了确认混凝土适用本规程检测，也可为分析处理构件混凝土强度时提供参考。

**4.1.3** 按单个构件或按批抽样进行检测，是采用回弹法对混凝土结构进行强度推定的两种常见形式。

**4.1.4** 对于单个受检构件，一般测区数不宜少于 10 个；将某一方向尺寸不大于 4.5 m 且另一方向尺寸不大于 0.3 m，作为是否需要 10 个测区数的界线。

**4.1.5** 本规程的测强曲线是通过对混凝土试件进行水平方向测试浇筑侧面建立的。受检构件布置测区时，相邻两测区的间距及测区离构件端部或施工缝的距离应遵守本条规定。

回弹法的“测区”是指每一试样的测试区域，每一测区相当于该试样的同条件混凝土试块。建立测强曲线时是在每个试块的相对浇筑侧面进行回弹测试，因此实际在测区布置时，宜选在构件两个对称的可测面上，当可测面的对称面无法检测时，也可在一个检测面上布置测区。

测区面积不宜大于  $0.04 \text{ m}^2$ ，尺寸宜为  $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ ；受构件尺寸限制，测区可调整采用不同边长。

检测面应为混凝土原浆面，已经粉刷的构件应将粉刷层清除干净。注意，切不可误将砂浆粉刷层当作混凝土原浆面进行检测。如果养护不当，混凝土表面会产生疏松层，尤其在气候干燥地区更应注意，应将疏松层清除后方可检测，否则会造成误判。

在记录纸上描述测区在构件上的位置和外观质量（例如：有无裂缝），目的是以备推定和分析处理构件混凝土强度时参考。

**4.1.6** 当按批抽样检测时，四个条件同时满足，方可视为同批构件。

**4.1.7** 由于回弹法测试具有快速、简便的特点，能在短期内进行较多数量的检测，以取得代表性较高的总体混凝土强度数据，故规定：按批抽样检测的构件，抽样数量不得少于同批构件总数的 30%且不得少于 10 个。当同批构件数量过多时，抽样数量可按照现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 进行适当调整。

此外，抽取试样应严格遵守“随机”的原则，

并宜由建设单位、监理单位、施工单位会同检测单位共同商定抽样的范围、数量和方法。

**4.1.8** 当被检测的混凝土原材料和龄期与本规程第 5.0.2 条规定的混凝土原材料和龄期有较大差异时，或者对回弹检测结果有怀疑时，应采用同条件养护立方体试件或在测区钻取混凝土芯样试件进行修正。修正时，同条件养护立方体试件边长应为 150mm，试件数量应不少于 6 个；芯样数量应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的规定。当同批构件数量较多时，可酌情增加修正所用的立方体试件数或芯样试件数。

这里需要注意的是：每一个钻取芯样的部位均应在回弹测区内，先测定测区回弹值、碳化深度值，然后再钻取芯样。1 个混凝土芯样只能制作 1 个芯样试件进行抗压试验，不可以将较长芯样沿长度方向截取为几个芯样试件来计算修正量。混凝土芯样直径宜为 100mm，高径比为 1。芯样的钻取、加工、计算可参照现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度

技术规程》JGJ/T 384 的规定进行。

考虑到芯样强度计算时，不同的规格修正会带来新的误差，因此优先选用直径为 100mm 的混凝土芯样，在工程实际中经常会出现构件中钢筋较密或钻孔孔径对构件工作性能有较大影响等不满足直径为 100mm 芯样的取样条件，便只能考虑小直径芯样试件，但其直径不应小于 70mm。

## 4.2 回弹值测量与计算

**4.2.1、4.2.2** 规定每一测区读取记录 16 点回弹值，它不包含弹击隐藏在薄薄一层水泥浆下的气孔或石子上的数值，这两种数值与该测区的正常回弹值偏差很大，很好判断。同一测点只允许弹击一次，若重复弹击则后者回弹值高于前者，这是因为经弹击后该局部位置较密实，再弹击时吸收的能量较小从而使回弹值偏高。

检测时应注意回弹仪的轴线要始终垂直于混凝

土检测面，并且缓慢均匀施压不能冲击，不宜用力过猛，否则回弹值读数不准确。

一个回弹测点测试完毕，可将回弹仪的弹击杆压在混凝土表面的测点上，准确读取该测点回弹值；也可按下回弹仪上的按钮，锁住机芯再读取该测点回弹值。

读数完毕后，应快速复位，使回弹仪的弹击杆自机壳内伸出，挂钩挂上弹击锤，待测试下一个回弹测点。

对于薄壁小型构件，如果约束力不够，回弹时产生颤动，会造成回弹能量损失，使检测结果偏低。因此必须加以可靠支撑，使之有足够的约束力方可检测。

**4.2.3** 本条规定的测区回弹代表值计算方法和建立测强曲线时的取舍方法一致，不会引进新的误差。

### **4.3 碳化深度值测量**

**4.3.1** 本规程附录 B 中测区混凝土强度换算值由回弹值及碳化深度值两个因素确定，因此需要具体确定每一个测区的碳化深度值。当出现测区间碳化深度值极差大于 2.0mm 情况时，可能预示该构件混凝土强度不均匀，因此要求每一测区应分别测量碳化深度值。

**4.3.2** 由于现在所用水泥掺合料品种繁多，有些水泥水化后不能立即呈现碳化与未碳化的界线，需等待一段时间显现。因此本条规定了量测碳化深度时，需待碳化与未碳化界线清楚时再进行量测的内容。与回弹值一样，碳化深度值的测量准确与否，直接影响推定混凝土强度的准确性，因此在测量碳化深度值时应为垂直距离，并非孔洞中显现的非垂直距离。测量碳化深度值时应采用专用碳化深度测量仪，每个点在不同方位测量 3 次，每次测量碳化深度精确到 0.25mm，3 次测量结果取平均值，精确到 0.5mm。当测区的碳化深度的极差大于 2.0mm 时，可能预示着该构件的混凝土强度不均匀，因此要求

每一个测区均需要测量碳化深度值。对于因养护不当及酸性隔离剂等因素引起的异常碳化，可用其他方法对检测结果进行修正。

## 5 测强曲线

**5.0.1** 测强曲线为经验公式，根据制定曲线时所用混凝土立方体试件的条件范围，对本规程测强曲线适用范围做了具体规定，不得超范围直接使用。对于部分适用条件（如：测试龄期等）差异较大时，可采用同条件养护立方体试件或在测区钻取混凝土芯样试件进行修正，但不得延长曲线外推或者扩大适用范围。

**5.0.2** 制定本地区测强曲线试验所用试件来自于广州、中山、东莞、珠海、深圳、清远、佛山等地，依据有关泵送混凝土原材料的现行国家标准和行业标准来选取原材料，采用参编单位所在地工程常用泵送混凝土建筑材料为试验原材料，包括水泥、粗骨料、细骨料、矿物掺合料、外加剂、水等，根据各地用于实际工程配合比原则设计配合比，生产各强度等级泵送混凝土试块，并记录原材料的产地、

品种、规格，泵送混凝土拌合物坍落度，混凝土配合比及每立方米材料用量等。

本测强曲线试验使用的粗骨料为花岗岩、石灰岩等，细骨料为河砂、水洗砂等，水泥为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥等，矿物掺合料为粉煤灰、矿粉、微珠粉等，外加剂为聚羧酸系减水剂、萘系减水剂等。因此在试验时所包括的内容（如：水泥、粗骨料、细骨料、矿物掺合料、外加剂、水等原材料，测试龄期、试件强度等级等）均应作为本地区测强曲线的适用范围。

对广东省内有代表性地区提供的 4500 多组试验数据，按照最小二乘法的原理，通过回归分析后得到的地区测强曲线公式为本规程第 6.0.1 条中式（6.0.1）。该公式经验证符合地区测强曲线的误差要求，具体参数指标如表 1 所示：

**表 1 测强曲线公式（6.0.1）参数指标**

	测强曲线公式 (6.0.1)参数指标	地区测强曲线的误差要求
平均相对误差	±12.2%	不应大于±14.0%
相对标准差	15.9%	不应大于 17.0%

该测强曲线公式与全国部分地方测强曲线公式相比，在混凝土抗压强度区间(15.0~60.0)MPa 范围内，各地的测强曲线中回弹值既有一定的差异，同时又比较接近，这就充分说明了本规程制定的泵送混凝土的测强曲线的可靠性。

下表 2 是全国部分地方测强曲线公式的回弹值和强度值区间：

**表 2 全国部分地方测强曲线公式回弹和强度区间**

地区	回弹值 (N)	强度值 (MPa)
陕西省	17.0~48.6	10.0~59.8
山东省	20.6~45.8	9.8~60.1
浙江省(碎石)	18.2~47.6	13.1~59.9
浙江省(卵石)	20.0~48.0	10.3~60.0

地区	回弹值 (N)	强度值 (MPa)
辽宁省	20.0~54.8	10.0~60.0
北京市	20.0~50.0	10.9~60.1
唐山市(2003 年)	20.0~47.6	14.5~60.0
成都市(1997 年)	35.0~43.6	31.9~60.2
温州市(2003 年)	27.0~47.2	17.1~60.2
焦作市	18.6~46.6	10.0~59.5
宁夏回族自治区	21.0~46.2	11.2~60.3
行标(2011 年)(泵送)	18.6~52.8	10.0~60.0
广东省	21.9~53.0	15.0~60.0

## 6 混凝土强度的推定

**6.0.1** 构件的每一测区的混凝土强度换算值，是由每一测区的回弹代表值和碳化深度值查表得出。

实际工程中短龄期混凝土可能存在假性碳化，对检测结果有显著影响。当对短龄期混凝土碳化深度值有怀疑时，建议对回弹检测结果进行钻芯修正，或直接采用钻芯法检测混凝土强度。

**6.0.2** 为了与国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344-2004 所规定的修正量法相协调，同时，现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的第 6.4.1 条规定“对间接测强方法进行钻芯修正时，宜采用修正量的方法”，故本规程采用了修正量法。此条给出了采用修正量方法对测区混凝土强度进行修正的计算过程。

**6.0.3** 此条给出了测区混凝土强度换算值的平均值及标准差的计算方法。需要说明的是，在计算标准

差时，强度平均值应精确至 0.01MPa，否则会因二次数据修约而增大计算误差。注意按批抽样进行混凝土强度检测时，其测区混凝土强度换算值的平均值和标准差，应采用该同批构件所有抽检构件的测区混凝土强度换算值来进行计算。

**6.0.4** 当测区数量 $\geq 10$ 个时，为了保证构件的混凝土强度满足 95%的保证率，采用数理统计的公式计算强度推定值；当构件测区数 $< 10$ 个时，因样本太少，取最小值作为强度推定值。

若测区混凝土强度换算值小于 15.0MPa 或大于 60.0MPa，因超出了本规程强度换算方法的规定适用范围，故该测区的混凝土强度换算值应表述为“ $< 15.0 \text{ MPa}$ ”，或“ $> 60.0 \text{ MPa}$ ”。若构件测区中有小于 15.0 MPa 的测区，因不能计算构件混凝土的强度标准差，则该构件混凝土强度的推定值应表述为“ $< 15.0 \text{ MPa}$ ”；若构件测区中有大于 60.0MPa 的测区，也不能计算构件混凝土的强度标准差，此时，构件混凝土强度的推定值取该构件各测区中最小的测区

混凝土强度换算值。

**6.0.5、6.0.6** 按批抽样检测混凝土强度时，如果测区混凝土强度换算值的标准差过大，说明该同批构件的混凝土质量不均匀，因此不能按批进行强度推定，应全部按单个构件进行强度推定。

**6.0.7** 检测报告是工程测试的最后结果，是处理混凝土质量问题的依据，宜按统一格式出具。