

备案号：J XXXX—202x

浙江省工程建设标准

DBJ

DBJ33/ T1049-20xx

回弹法检测泵送混凝土抗压强度
技术规程

Technical Specification for Inspection of Pumped Concrete-Compressive
Strength by Rebound Method

(征求意见稿)

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 施行

浙江省住房与城乡建设厅

发布

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅关于印发《2022 年度浙江省建筑节能与绿色建筑及相关工程建设标准制修订计划》（第一批）（浙建设发〔2022〕5 号）的要求，浙江省建筑科学设计研究院有限公司、舟山市博远科技开发有限公司和浙江省建材集团有限公司会同参编单位对浙江省标准《回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程》DB33/T 1049-2016 进行修订。

本规程共分 5 章 8 个附录，本规程的主要技术内容是：总则、术语和符号、回弹仪、检测技术、混凝土抗压强度计算等。

本规程修订的主要技术内容：

- 1.增加了回弹仪在轻型钢砧上的率定要求；
- 2.增加了采用铝模立模浇筑的泵送混凝土碳化深度限值的规定；
- 3.增加了板类碎石泵送混凝土底面向上回弹测强曲线；
- 4.修订了测区回弹测点数量及计算方式；
- 5.修订了梁、柱、墙类碎石泵送混凝土侧面水平方向回弹测强曲线，调整了强度范围；
- 6.增加了蒸养预制构件混凝土测强曲线。

本规程由浙江省住房与城乡建设厅负责管理，浙江省建筑科学设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送至浙江省建筑科学设计研究院有限公司（杭州市文二路 28 号，邮政编码：310012，邮箱：448634700@qq.com），以供修订时参考。

本规程主编单位：浙江省建筑科学设计研究院有限公司
舟山市博远科技开发有限公司
浙江省建材集团有限公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人：丁伟军 周岳年 向祚铁 金 浩 袁 斌 宋晓军
朱晓路 金 龙 范晓冬 李正福 王 磊 尹 莉

钟志刚 周 敏 王 旭 王建忠 金喜龙 陈 哲
张林波 韩 银 陈 镇 李 云 刘 岩 王建飞
毛睿韬 朱伟明 傅永俊 高 翔 徐建华 王 磊
沈广华 陈 敏 赵 轶 祁源轩 赵仕玮 谢 含
徐国孝

主要审查人：

目 录

1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	3
3 回弹仪	4
3.1 技术要求	4
3.2 检定和校准	4
3.3 保 养	5
4 检测技术	6
4.1 一般规定	6
4.2 回弹值测量	7
4.3 回弹值计算	8
4.4 泵送混凝土碳化深度值测量	8
4.5 泵送混凝土碳化深度值取值	8
5 混凝土抗压强度计算	10
5.1 泵送混凝土	10
5.2 蒸养预制构件混凝土	13
附录 A 碎石泵送混凝土测区强度换算表（侧面水平回弹）	15
附录 B 卵石泵送混凝土测区强度换算表（侧面水平回弹）	22
附录 C 碎石泵送混凝土测区强度换算表（底面向上回弹）	30
附录 D 蒸养预制构件混凝土测区强度换算表（侧面水平回弹）	39
附录 E 回弹法检测泵送混凝土抗压强度原始记录表	41
附录 F 回弹法检测蒸养预制构件混凝土抗压强度原始记录表	42
附录 G 回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告	43
附录 H 回弹法检测蒸养预制构件混凝土抗压强度报告	44
本规程用词说明	45
引用标准名录	46

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Rebound hammer	4
3.1	Technical requirements	4
3.2	Verification and calibration	4
3.3	Maintenance	5
4	Testing technology	6
4.1	General requirements	6
4.2	Rebound value measurement	7
4.3	Rebound value calculation	8
4.4	Carbonation depth measurement of structure entities	8
4.5	Value of carbonization depth for structural entities	8
5	Concrete strength presumption	10
5.1	Pumped concrete	10
5.2	Prefabricated concrete components	13
Appendix A	Conversion value table of strength for pumped concrete prepared with crushed stone in test area(horizontal side rebound)	15
Appendix B	Conversion value table of strength for pumped concrete prepared with pebble in test area(horizontal side rebound)	22
Appendix C	Conversion value table of strength for pumped concrete prepared with crushed stone in test area(bottom facing up rebound)	30
Appendix D	Conversion value table of strength for steam cured precast concrete components in test area(horizontal side rebound)	39
Appendix E	Original records table of pumped concrete compressive strength	

inspected by rebound method	41
Appendix F Original Records table of steam cured precast concrete components compressive strength inspected by rebound method	42
Appendix G Report of pumped concrete compressive strength inspected by rebound method	43
Appendix H Report of steam cured precast concrete compressive strength inspected by rebound method	44
Explanation of wording in this specification	45
List of quoted standards	46

1 总 则

1.0.1 为规范浙江省回弹仪检测泵送混凝土抗压强度的方法，保证检测精度，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于泵送混凝土抗压强度的检测，不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的泵送混凝土检测。

1.0.3 使用回弹法进行检测的人员，应通过专门的技术培训。

1.0.4 回弹法检测泵送混凝土除应符合本规程外，尚应符合国家和地方现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 泵送混凝土 pumped concrete

指按《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 中泵送混凝土配合比设计要求制作的梁、板、柱、墙类混凝土。

2.1.2 蒸养预制构件混凝土 prefabricated components concrete by steam curing method

采用蒸养工艺促进混凝土快速水化，在较短时间内达到规定强度的由工厂生产制作的构件混凝土。

2.1.3 测区 test area

检测构件混凝土抗压强度时的一个检测单元。

2.1.4 测点 test point

测区内的一个回弹检测点。

2.1.5 泵送混凝土测区强度换算值 conversion value of concrete compressive strength of test area

由测区的平均回弹值和碳化深度值，通过测强曲线或测区强度换算表得到的测区现龄期混凝土抗压强度值。

2.1.6 蒸养预制构件混凝土测区强度换算值 prefabricated components concrete by steam curing method of concrete compressive strength of test area

由测区的平均回弹值，通过测强曲线或测区强度换算表得到的测区现龄期混凝土抗压强度值。

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

相应于测区混凝土抗压强度换算值总体分布中保证率不低于 95% 的构件现龄期混凝土抗压强度值。

2.2 符号

d_m ——测区的平均碳化深度值(mm)。

$f_{cu,i}^c$ ——测区混凝土抗压强度换算值(MPa)。

$f_{cor,m}$ ——芯样试件混凝土抗压强度平均值(MPa)。

$f_{cu,m0}^c$ ——对应于钻芯部位回弹测区混凝土抗压强度换算值的平均值(MPa)。

$f_{cor,i}$ ——第 i 个混凝土芯样试件的强度值(MPa)。

$f_{cu,i0}^c$ ——修正前第 i 个测区的混凝土抗压强度换算值(MPa)。

$f_{cu,i1}^c$ ——修正后第 i 个测区的混凝土抗压强度换算值(MPa)。

$f_{cu,min}^c$ ——构件中测区混凝土抗压强度换算值的最小值(MPa)。

$f_{cu,e}$ ——构件混凝土抗压强度推定值(MPa)。

$m_{f_{cu}^c}$ ——测区混凝土抗压强度换算值的平均值(MPa)。

$S_{f_{cu}^c}$ ——构件测区混凝土抗压强度换算值的标准差(MPa)。

R_i ——测区第 i 个测点的回弹值。

R_m ——测区或试件的平均回弹值。

η ——测区混凝土抗压强度修正系数。

3 回弹仪

3.1 技术要求

3.1.1 回弹仪宜为数字式的，也可为指针直读式的，并应采用 M225 型回弹仪。

3.1.2 回弹仪应具有产品合格证，并应在回弹仪的明显位置上标注名称、型号、制造商名或商标、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 水平弹击时，在弹击锤脱钩瞬间，回弹仪的标称能量应为 2.207J；

2 在弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间，弹击拉簧应处于自由状态，且弹击锤起跳点应位于指针指示刻度尺上“0”处；

3 在洛氏硬度 HRC 为 60 ± 2 、质量为 16.0kg 标准钢砧上，回弹仪的率定值应为 80 ± 2 ；在洛氏硬度 HRC 为 60 ± 2 、质量为 1.05kg 轻型钢砧上，回弹仪的率定值应为 41 ± 2 ；

4 数字式回弹仪应带有指针直读示值系统，数字显示的回弹值与指针直读示值相差不应超过 1。

3.1.4 回弹仪使用时的环境温度应不低于 -4°C ，宜不超过 40°C 。

3.2 检定和校准

3.2.1 回弹仪检定或校准周期为半年，当回弹仪具有下列情况之一时，应由法定计量检定机构按现行行业标准《回弹仪》JJG 817 进行检定或校准：

1 新回弹仪启用前；

2 超过检定或校准有效期限；

3 数字式回弹仪数字显示的回弹值与指针直读示值相差大于 1；

4 经保养后在钢砧上率定值不合格；

5 遭受严重撞击或其他损害。

3.2.2 回弹仪的率定试验应符合下列规定：

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

率定结果均应满足本规程第 3.1.3 条第 3 款的要求。

3.2.3 回弹仪率定试验所用的钢砧应每 2 年送法定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 6000 次；
- 2 在钢砧上的率定值不合格；
- 3 对检测值有怀疑。

3.3.2 回弹仪的保养应按下列步骤进行：

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。

2 清洁机芯各零部件，并应重点清理中心导杆、弹击锤和弹击杆的内孔及冲击面。清理后，应在中心导杆上薄薄涂抹钟表油，其他零部件均不得抹油。

3 卸下刻度尺，检查指针及其摩擦力，指针在指针轴上应滑动顺畅，再清理机壳内壁。

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。

5 保养时，不得旋转尾盖上已定位紧固的调零螺丝，不得自制或更换零部件。

6 保养后应按本规程第 3.2.2 条的规定进行率定。

3.3.3 回弹仪使用完毕，应清除弹击杆、杆前端球面以及刻度尺表面和外壳上的污垢、尘土。回弹仪不用时，经弹击后将弹击杆压入机壳内，装入仪器箱，仪器箱应平放在干燥阴凉处。当数字式回弹仪长期不用时，应取出电池或定期充电。

4 检测技术

4.1 一般规定

4.1.1 回弹法检测泵送混凝土抗压强度时，宜具有下列资料：

- 1 工程名称、建设单位、设计单位、施工单位、监理单位；
- 2 构件名称及轴线编号、数量；
- 3 水泥安定性；
- 4 混凝土类型、强度等级、配合比；
- 5 施工模板种类，混凝土浇筑、养护情况及浇筑日期等；
- 6 必要的设计图纸和施工记录；
- 7 检测原因。

4.1.2 当采用回弹法检测蒸养预制构件混凝土抗压强度时，宜具有下列资料：

- 1 工程名称、建设单位、施工单位、监理单位、预制构件生产厂家；
- 2 预制构件名称及编码或编号；
- 3 混凝土强度等级、配合比；
- 4 模板种类，混凝土浇筑及日期，构件蒸养工艺等；
- 5 检测原因。

4.1.3 回弹仪在检测前后，均应在标准钢砧和轻型钢砧上做率定试验，并应符合本规程第 3.1.3 条的规定。

4.1.4 混凝土抗压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：

- 1 单个构件的检测应符合本规程第 4.1.5 条的规定。
- 2 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可采用批量检测。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 个。当检验批构件数量大于 30 个时，抽样构件数量可适当调整，但不得少于现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 规定的最

小抽样数量；当检验批构件数量大于 30 个且不需要提供单个构件推定强度时，每个构件的测区数量可适当减少，但不应少于 5 个。

4.1.5 单个构件的检测应符合下列规定：

1 对于一般构件，构件测区数不宜少于 10 个。当受检构件检测面某一方方向尺寸不大于 4.5m 且另一方向尺寸不大于 0.3m 时，构件测区数量可适当减少，但不应少于 5 个。

2 测区宜均匀布置。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。

3 测区应选符合下列要求的检测面：

1) 对梁、柱、墙类混凝土构件和蒸养预制混凝土构件，应选择使回弹仪处于水平方向弹击的浇筑侧面；

2) 对板类混凝土构件，应选择使回弹仪处于垂直向上弹击的浇筑底面。

4 除板类混凝土构件外，测区宜布置在构件的两个对称可测面上；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。

5 测区的面积不宜大于 0.04m^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。

7 对弹击时产生颤动的薄壁、小型构件，应进行固定。

8 对大型、大跨度构件，可根据浇筑情况对构件进行分段、分部位检测。

4.1.6 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。

4.2 回弹值测量

4.2.1 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。

4.2.2 每一测区应读取 12 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。

4.3 回弹值计算

4.3.1 计算测区平均回弹值时，应从该测区的 12 个回弹值中剔除 1 个最大值和 1 个最小值，其余的 10 个回弹值应按下式计算：

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_i}{10} \quad (4.3.1)$$

式中 R_m ——测区平均回弹值，精确至 0.1；

R_i ——第 i 个测点的回弹值。

4.4 泵送混凝土碳化深度值测量

4.4.1 回弹值测量完毕后，应在有代表性的泵送混凝土构件测区上测量碳化深度值。测点数应不少于构件测区数的 30%且不少于 3 个，当碳化深度值极差大于 2.0mm 时，测点数应是构件的测区数。

4.4.2 碳化深度值的测量，应符合下列规定：

1 宜采用专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 应清除孔洞中的粉末和碎屑，并不得用水擦洗；

3 应采用浓度为 1%~2% 的酚酞无水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，采用专用测量仪器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，每次测读应精确至 0.25mm；

4.5 泵送混凝土碳化深度值取值

4.5.1 泵送混凝土构件测区的碳化深度值应取 3 次测量的平均值作为检测结果，并应精确至 0.25mm；

4.5.2 构件的碳化深度值应取该构件代表性测区碳化深度值的平均值，并应精确至 0.5mm。当该构件测区碳化深度值极差大于 2.0mm 时，应分别取每一测区的碳化深度值。

4.5.3 当构件上代表性测区碳化深度值大于 6.0mm 时，应取 6mm 作为该测区碳化深度值。

4.5.4 对采用铝模制模、龄期为（14~365）d 的泵送混凝土，当构件上代表性测区碳化深度值大于表 4.5.4 的碳化深度限值时，宜取表中限值。

表 4.5.4 测区碳化深度限值表

混凝土龄期(d)	碳化深度限值(mm)
14-39	1.0
40-60	1.5
61-92	2.0
93-141	2.5
142-216	3.0
217-330	3.5
331-365	4.0

5 混凝土抗压强度计算

5.1 泵送混凝土

5.1.1 按本规程附录 A、附录 B 和附录 C 的规定进行强度换算的泵送混凝土，应符合下列要求：

- 1 采用普通成型工艺；
- 2 采用符合国家标准规定的模板；
- 3 混凝土表层为干燥状态；
- 4 自然养护，对梁、柱、墙类碎石泵送混凝土构件龄期为(7~1000)d，对板类碎石泵送混凝土和梁、柱、墙类卵石泵送混凝土构件龄期均为(14~1000)d；

5 对梁、柱、墙类碎石泵送混凝土抗压强度为(15.0~60.0)MPa；对板类碎石泵送混凝土和梁、柱、墙类卵石泵送混凝土抗压强度均为(10.0~60.0)MPa。

5.1.2 符合本规程第 5.1.1 条的泵送混凝土，测区强度应按下列规定换算：

- 1 对梁、柱、墙类碎石泵送混凝土构件，应按本规程附录 A 的规定换算；
- 2 对梁、柱、墙类卵石泵送混凝土构件，应按本规程附录 B 的规定换算；
- 3 对板类碎石泵送混凝土构件，应按本规程附录 C 的规定换算。

5.1.3 当有下列情况之一时，测区混凝土抗压强度值不得按本规程附录 A、附录 B 和附录 C 进行强度换算：

- 1 泵送混凝土粗骨料最大公称粒径大于 40mm；
- 2 检测部位曲率半径小于 250mm；
- 3 遭受潮湿、浸水或高温的混凝土。

5.1.4 构件的测区混凝土抗压强度平均值应根据各测区的混凝土抗压强度换算值计算。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：

$$m_{f_{cu}}^c = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c}{n} \quad (5.1.4-1)$$

$$S_{f_{cu}}^c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{f_{cu}}^c)^2}{n-1}} \quad (5.1.4-2)$$

式中 $m_{f_{cu}}^c$ ——构件测区混凝土抗压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抗压强度换算值的标准差(MPa), 精确至 0.01MPa。

5.1.5 构件的现龄期混凝土抗压强度推定值($f_{cu,e}$)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:

$$f_{cu,e} = f_{cu,\min}^c \quad (5.1.5-1)$$

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

2 当构件测区数不少于 10 个时, 应按下式计算:

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}}^c - 1.645S_{f_{cu}}^c \quad (5.1.5-2)$$

3 当批量检测时, 应按下式计算:

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}}^c - kS_{f_{cu}}^c \quad (5.1.5-3)$$

式中: k ——推定系数, 宜取 1.645。当需要进行推定强度区间时, 可按现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定取值。

4 对梁、柱、墙类碎石泵送混凝土构件, 当构件的测区强度值中出现小于 15.0MPa 时, 应按下式确定:

$$f_{cu,e} < 15.0\text{MPa} \quad (5.1.5-4)$$

当构件的测区强度值中出现大于 60.0MPa 时, 按单个构件计算时, 应按 5.1.5-1 式确定。按批量计算时, 大于 60.0MPa 的测区强度值取 60.0MPa。

5 对板类碎石泵送混凝土构件和梁、柱、墙类卵石泵送混凝土构件, 当构件的测区强度值中出现小于 10.0MPa 时, 应按下式确定:

$$f_{cu,e} < 10.0\text{MPa} \quad (5.1.5-5)$$

当构件的测区强度值中出现大于 60.0MPa 时, 按单个构件计算时, 应

按 5.1.5-1 式确定。按批量计算时，大于 60.0MPa 的测区强度值取 60.0MPa。

5.1.6 对按批量检测的构件，当该批构件混凝土抗压强度标准差出现下列情况之一时，则该批构件应全部按单个构件检测：

- 1 当该批构件混凝土抗压强度平均值小于 25MPa、 $S_{f_{cu}^c}$ 大于 4.50MPa 时；
- 2 当该批构件混凝土抗压强度平均值不小于 25MPa 且不大于 60.0MPa、 $S_{f_{cu}^c}$ 大于 5.50MPa 时。

5.1.7 对按批量检测的构件，当检测条件与本规程第 5.1.1 条和 5.1.2 条的适用条件有较大差异时，或对回弹检测结果有怀疑时，可采用在构件上钻取的混凝土芯样对测区混凝土抗压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。计算时，测区混凝土抗压强度修正系数及测区混凝土抗压强度换算值的修正应符合下列规定：

1 修正系数应按下列公式计算：

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cor,i} / f_{cu,i}^c \quad (5.1.7-1)$$

式中， η ——修正系数，精确到 0.01；

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

$f_{cu,i}^c$ ——对应于第 i 个芯样部位平均回弹值和碳化深度值的混凝土抗压强度换算值(MPa)，应按附录 A 或附录 B 查取；

n ——试件数。

2 测区混凝土抗压强度换算值的修正应按下列公式计算：

$$f_{cu,i1}^c = \eta f_{cu,i0}^c \quad (5.1.7-2)$$

式中： $f_{cu,i0}^c$ ——修正前第 i 个测区的混凝土抗压强度换算值 (MPa)，精确到 0.1MPa。

$f_{cu,i1}^c$ ——修正后第 i 个测区的混凝土抗压强度换算值(MPa)，精确到 0.1MPa。

5.1.8 钻芯后，应及时对钻芯造成的构件破损部位，采用强度等级高于原混凝土设计强度一个等级的高强无收缩灌浆料进行有效修补。

5.1.9 回弹法检测泵送混凝土抗压强度原始记录可按本规程附录 E 的格式填写，泵送混凝土抗压强度报告可按附录 G 的格式编写。

5.2 蒸养预制构件混凝土

5.2.1 采用按本规程附录 D 的规定进行强度换算的蒸养预制构件混凝土，应符合下列要求：

- 1 采用普通成型工艺；
- 2 采用符合国家标准规定的模板；
- 3 混凝土表层为干燥状态；
- 4 蒸汽养护，龄期为(1~180)d；
- 5 混凝土抗压强度为(15.0~60.0)MPa。

5.2.2 符合本规程第 5.2.1 条的蒸养预制构件混凝土，测区强度应按本规程附录 D 的规定换算。

5.2.3 当有下列情况之一时，测区混凝土抗压强度值不得按附录 D 进行强度换算：

- 1 蒸养预制构件混凝土粗骨料最大公称粒径大于 31.5mm；
- 2 检测部位曲率半径小于 250mm；
- 3 遭受潮湿、浸水或高温的预制构件。

5.2.4 蒸养预制构件混凝土的测区混凝土抗压强度平均值应根据各测区的混凝土抗压强度换算值计算。当测区数为 10 个及以上时，还应计算强度标准差。平均值及标准差应分别按 5.1.4-1 和 5.1.4-2 式计算。

5.2.5 蒸养预制构件混凝土的现龄期混凝土抗压强度推定值($f_{cu,e}$)应符合下列规定：

- 1 当蒸养预制构件混凝土测区数少于 10 个时，应按 5.1.5-1 式计算；
- 2 当蒸养预制构件混凝土测区数不少于 10 个时，应按 5.1.5-2 式计算；
- 3 当批量检测时，应按 5.1.5-3 式计算；
- 4 当蒸养预制构件混凝土的测区强度值中出现小于 15.0MPa 时，应按 5.1.5-4 式确定；当构件的测区强度值中出现大于 60.0MPa 时，按单个构件计算时，应按 5.1.5-1 式确定；按批量推定时，大于 60.0MPa 的测区强度值取 60.0MPa。

5.2.6 对按批量检测的蒸养预制构件，当该批构件混凝土抗压强度标准差出

现下列情况之一时，则该批构件应全部按单个构件检测：

- 1 当该批构件混凝土抗压强度平均值小于 25MPa、 $S_{f_{cu}}^c$ 大于 4.50MPa 时；
- 2 当该批构件混凝土抗压强度平均值不小于 25MPa 且不大于 60.0MPa、 $S_{f_{cu}}^c$ 大于 5.50MPa 时。

5.2.7 对按批量检测的蒸养预制构件混凝土，当检测条件与本规程第 5.2.1 条和 5.2.2 条的适用条件有较大差异时，或对回弹检测结果有怀疑时，可按本规程第 5.1.7 条的规定进行修正。

5.2.8 钻芯后构件破损部位应采用符合本规程第 5.1.8 条的要求修补。

5.2.9 回弹法检测蒸养蒸养预制构件混凝土抗压强度原始记录可按本规程附录 F 的格式填写，蒸养预制构件混凝土抗压强度报告可按附录 H 的格式编写。

附录 A 碎石泵送混凝土测区强度换算表

(侧面水平回弹)

表 A 碎石泵送混凝土测区强度换算表 (侧面水平回弹)

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
20.5	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.6	15.1	14.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.8	15.4	15.2	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.0	15.6	15.4	15.2	15.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.2	15.9	15.7	15.5	15.3	15.1	-	-	-	-	-	-	-	-
21.4	16.2	16.0	15.8	15.6	15.4	15.2	15.0	-	-	-	-	-	-
21.6	16.4	16.2	16.0	15.8	15.6	15.4	15.2	15.0	-	-	-	-	-
21.8	16.7	16.5	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.3	15.1	-	-	-	-
22.0	17.0	16.8	16.5	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.3	15.1	15.0	-	-
22.2	17.2	17.0	16.8	16.6	16.4	16.2	16.0	15.8	15.6	15.4	15.2	15.0	-
22.4	17.5	17.3	17.1	16.9	16.6	16.4	16.2	16.0	15.8	15.6	15.4	15.2	15.0
22.6	17.8	17.6	17.3	17.1	16.9	16.7	16.5	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5	15.3
22.8	18.1	17.8	17.6	17.4	17.2	17.0	16.7	16.5	16.3	16.1	15.9	15.7	15.5
23.0	18.3	18.1	17.9	17.7	17.4	17.2	17.0	16.8	16.6	16.4	16.2	16.0	15.8
23.2	18.6	18.4	18.2	17.9	17.7	17.5	17.3	17.0	16.8	16.6	16.4	16.2	16.0
23.4	18.9	18.7	18.4	18.2	18.0	17.7	17.5	17.3	17.1	16.9	16.7	16.5	16.2
23.6	19.2	18.9	18.7	18.5	18.2	18.0	17.8	17.6	17.3	17.1	16.9	16.7	16.5
23.8	19.5	19.2	19.0	18.8	18.5	18.3	18.1	17.8	17.6	17.4	17.2	17.0	16.7
24.0	19.8	19.5	19.3	19.0	18.8	18.6	18.3	18.1	17.9	17.6	17.4	17.2	17.0
24.2	20.1	19.8	19.6	19.3	19.1	18.8	18.6	18.4	18.1	17.9	17.7	17.5	17.2
24.4	20.3	20.1	19.8	19.6	19.3	19.1	18.9	18.6	18.4	18.2	17.9	17.7	17.5
24.6	20.6	20.4	20.1	19.9	19.6	19.4	19.1	18.9	18.7	18.4	18.2	18.0	17.7
24.8	20.9	20.7	20.4	20.2	19.9	19.7	19.4	19.2	18.9	18.7	18.5	18.2	18.0

续表 A

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
25.0	21.2	21.0	20.7	20.4	20.2	19.9	19.7	19.4	19.2	19.0	18.7	18.5	18.2
25.2	21.5	21.3	21.0	20.7	20.5	20.2	20.0	19.7	19.5	19.2	19.0	18.7	18.5
25.4	21.8	21.6	21.3	21.0	20.8	20.5	20.2	20.0	19.7	19.5	19.2	19.0	18.8
25.6	22.1	21.9	21.6	21.3	21.0	20.8	20.5	20.3	20.0	19.8	19.5	19.3	19.0
25.8	22.4	22.2	21.9	21.6	21.3	21.1	20.8	20.5	20.3	20.0	19.8	19.5	19.3
26.0	22.7	22.5	22.2	21.9	21.6	21.4	21.1	20.8	20.6	20.3	20.0	19.8	19.5
26.2	23.1	22.8	22.5	22.2	21.9	21.6	21.4	21.1	20.8	20.6	20.3	20.1	19.8
26.4	23.4	23.1	22.8	22.5	22.2	21.9	21.7	21.4	21.1	20.9	20.6	20.3	20.1
26.6	23.7	23.4	23.1	22.8	22.5	22.2	21.9	21.7	21.4	21.1	20.9	20.6	20.3
26.8	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8	22.5	22.2	22.0	21.7	21.4	21.1	20.9	20.6
27.0	24.3	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8	22.5	22.2	22.0	21.7	21.4	21.2	20.9
27.2	24.6	24.3	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8	22.5	22.3	22.0	21.7	21.4	21.2
27.4	24.9	24.6	24.3	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8	22.5	22.3	22.0	21.7	21.4
27.6	25.3	24.9	24.6	24.3	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8	22.5	22.3	22.0	21.7
27.8	25.6	25.3	24.9	24.6	24.3	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8	22.5	22.3	22.0
28.0	25.9	25.6	25.3	24.9	24.6	24.3	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8	22.5	22.3
28.2	26.2	25.9	25.6	25.3	24.9	24.6	24.3	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8	22.5
28.4	26.6	26.2	25.9	25.6	25.3	24.9	24.6	24.3	24.0	23.7	23.4	23.1	22.8
28.6	26.9	26.6	26.2	25.9	25.6	25.2	24.9	24.6	24.3	24.0	23.7	23.4	23.1
28.8	27.2	26.9	26.5	26.2	25.9	25.6	25.2	24.9	24.6	24.3	24.0	23.7	23.4
29.0	27.6	27.2	26.9	26.5	26.2	25.9	25.5	25.2	24.9	24.6	24.3	24.0	23.7
29.2	27.9	27.5	27.2	26.9	26.5	26.2	25.9	25.5	25.2	24.9	24.6	24.3	24.0
29.4	28.2	27.9	27.5	27.2	26.8	26.5	26.2	25.8	25.5	25.2	24.9	24.6	24.3
29.6	28.6	28.2	27.8	27.5	27.2	26.8	26.5	26.1	25.8	25.5	25.2	24.9	24.5

续表 A

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
29.8	28.9	28.5	28.2	27.8	27.5	27.1	26.8	26.5	26.1	25.8	25.5	25.2	24.8
30.0	29.2	28.9	28.5	28.2	27.8	27.5	27.1	26.8	26.4	26.1	25.8	25.5	25.1
30.2	29.6	29.2	28.8	28.5	28.1	27.8	27.4	27.1	26.7	26.4	26.1	25.8	25.4
30.4	29.9	29.6	29.2	28.8	28.5	28.1	27.7	27.4	27.1	26.7	26.4	26.1	25.7
30.6	30.3	29.9	29.5	29.2	28.8	28.4	28.1	27.7	27.4	27.0	26.7	26.4	26.0
30.8	30.6	30.2	29.9	29.5	29.1	28.8	28.4	28.0	27.7	27.3	27.0	26.7	26.3
31.0	31.0	30.6	30.2	29.8	29.4	29.1	28.7	28.4	28.0	27.6	27.3	27.0	26.6
31.2	31.3	30.9	30.5	30.2	29.8	29.4	29.0	28.7	28.3	28.0	27.6	27.3	26.9
31.4	31.7	31.3	30.9	30.5	30.1	29.7	29.4	29.0	28.6	28.3	27.9	27.6	27.2
31.6	32.0	31.6	31.2	30.8	30.5	30.1	29.7	29.3	29.0	28.6	28.2	27.9	27.5
31.8	32.4	32.0	31.6	31.2	30.8	30.4	30.0	29.7	29.3	28.9	28.6	28.2	27.8
32.0	32.7	32.3	31.9	31.5	31.1	30.7	30.4	30.0	29.6	29.2	28.9	28.5	28.1
32.2	33.1	32.7	32.3	31.9	31.5	31.1	30.7	30.3	29.9	29.6	29.2	28.8	28.5
32.4	33.5	33.1	32.6	32.2	31.8	31.4	31.0	30.6	30.3	29.9	29.5	29.1	28.8
32.6	33.8	33.4	33.0	32.6	32.2	31.8	31.4	31.0	30.6	30.2	29.8	29.5	29.1
32.8	34.2	33.8	33.3	32.9	32.5	32.1	31.7	31.3	30.9	30.5	30.1	29.8	29.4
33.0	34.6	34.1	33.7	33.3	32.9	32.5	32.0	31.6	31.2	30.9	30.5	30.1	29.7
33.2	34.9	34.5	34.1	33.6	33.2	32.8	32.4	32.0	31.6	31.2	30.8	30.4	30.0
33.4	35.3	34.9	34.4	34.0	33.6	33.1	32.7	32.3	31.9	31.5	31.1	30.7	30.3
33.6	35.7	35.2	34.8	34.4	33.9	33.5	33.1	32.7	32.3	31.8	31.4	31.1	30.7
33.8	36.1	35.6	35.2	34.7	34.3	33.8	33.4	33.0	32.6	32.2	31.8	31.4	31.0
34.0	36.4	36.0	35.5	35.1	34.6	34.2	33.8	33.3	32.9	32.5	32.1	31.7	31.3
34.2	36.8	36.3	35.9	35.4	35.0	34.6	34.1	33.7	33.3	32.9	32.4	32.0	31.6
34.4	37.2	36.7	36.3	35.8	35.4	34.9	34.5	34.0	33.6	33.2	32.8	32.4	32.0

续表 A

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
34.6	37.6	37.1	36.6	36.2	35.7	35.3	34.8	34.4	34.0	33.5	33.1	32.7	32.3
34.8	37.9	37.5	37.0	36.5	36.1	35.6	35.2	34.7	34.3	33.9	33.4	33.0	32.6
35.0	38.3	37.8	37.4	36.9	36.4	36.0	35.5	35.1	34.6	34.2	33.8	33.4	32.9
35.2	38.7	38.2	37.7	37.3	36.8	36.3	35.9	35.4	35.0	34.6	34.1	33.7	33.3
35.4	39.1	38.6	38.1	37.6	37.2	36.7	36.3	35.8	35.3	34.9	34.5	34.0	33.6
35.6	39.5	39.0	38.5	38.0	37.5	37.1	36.6	36.2	35.7	35.3	34.8	34.4	33.9
35.8	39.9	39.4	38.9	38.4	37.9	37.4	37.0	36.5	36.1	35.6	35.2	34.7	34.3
36.0	40.3	39.8	39.3	38.8	38.3	37.8	37.3	36.9	36.4	35.9	35.5	35.1	34.6
36.2	40.7	40.2	39.7	39.2	38.7	38.2	37.7	37.2	36.8	36.3	35.8	35.4	35.0
36.4	41.1	40.5	40.0	39.5	39.0	38.6	38.1	37.6	37.1	36.7	36.2	35.7	35.3
36.6	41.5	40.9	40.4	39.9	39.4	38.9	38.4	38.0	37.5	37.0	36.5	36.1	35.6
36.8	41.9	41.3	40.8	40.3	39.8	39.3	38.8	38.3	37.8	37.4	36.9	36.4	36.0
37.0	42.3	41.7	41.2	40.7	40.2	39.7	39.2	38.7	38.2	37.7	37.2	36.8	36.3
37.2	42.7	42.1	41.6	41.1	40.6	40.1	39.5	39.1	38.6	38.1	37.6	37.1	36.7
37.4	43.1	42.5	42.0	41.5	40.9	40.4	39.9	39.4	38.9	38.4	38.0	37.5	37.0
37.6	43.5	42.9	42.4	41.9	41.3	40.8	40.3	39.8	39.3	38.8	38.3	37.8	37.4
37.8	43.9	43.3	42.8	42.2	41.7	41.2	40.7	40.2	39.7	39.2	38.7	38.2	37.7
38.0	44.3	43.7	43.2	42.6	42.1	41.6	41.1	40.5	40.0	39.5	39.0	38.5	38.1
38.2	44.7	44.1	43.6	43.0	42.5	42.0	41.4	40.9	40.4	39.9	39.4	38.9	38.4
38.4	45.1	44.5	44.0	43.4	42.9	42.3	41.8	41.3	40.8	40.3	39.8	39.3	38.8
38.6	45.5	44.9	44.4	43.8	43.3	42.7	42.2	41.7	41.1	40.6	40.1	39.6	39.1
38.8	45.9	45.4	44.8	44.2	43.7	43.1	42.6	42.0	41.5	41.0	40.5	40.0	39.5
39.0	46.3	45.8	45.2	44.6	44.1	43.5	43.0	42.4	41.9	41.4	40.9	40.3	39.8
39.2	46.8	46.2	45.6	45.0	44.5	43.9	43.4	42.8	42.3	41.7	41.2	40.7	40.2

续表 A

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
39.4	47.2	46.6	46.0	45.4	44.9	44.3	43.7	43.2	42.7	42.1	41.6	41.1	40.6
39.6	47.6	47.0	46.4	45.8	45.3	44.7	44.1	43.6	43.0	42.5	42.0	41.4	40.9
39.8	48.0	47.4	46.8	46.2	45.7	45.1	44.5	44.0	43.4	42.9	42.3	41.8	41.3
40.0	48.5	47.8	47.2	46.7	46.1	45.5	44.9	44.4	43.8	43.3	42.7	42.2	41.6
40.2	48.9	48.3	47.7	47.1	46.5	45.9	45.3	44.7	44.2	43.6	43.1	42.5	42.0
40.4	49.3	48.7	48.1	47.5	46.9	46.3	45.7	45.1	44.6	44.0	43.5	42.9	42.4
40.6	49.7	49.1	48.5	47.9	47.3	46.7	46.1	45.5	45.0	44.4	43.8	43.3	42.8
40.8	50.2	49.5	48.9	48.3	47.7	47.1	46.5	45.9	45.4	44.8	44.2	43.7	43.1
41.0	50.6	50.0	49.3	48.7	48.1	47.5	46.9	46.3	45.7	45.2	44.6	44.0	43.5
41.2	51.0	50.4	49.8	49.1	48.5	47.9	47.3	46.7	46.1	45.6	45.0	44.4	43.9
41.4	51.5	50.8	50.2	49.6	48.9	48.3	47.7	47.1	46.5	45.9	45.4	44.8	44.2
41.6	51.9	51.3	50.6	50.0	49.4	48.7	48.1	47.5	46.9	46.3	45.8	45.2	44.6
41.8	52.3	51.7	51.0	50.4	49.8	49.1	48.5	47.9	47.3	46.7	46.1	45.6	45.0
42.0	52.8	52.1	51.5	50.8	50.2	49.6	48.9	48.3	47.7	47.1	46.5	45.9	45.4
42.2	53.2	52.6	51.9	51.3	50.6	50.0	49.3	48.7	48.1	47.5	46.9	46.3	45.8
42.4	53.7	53.0	52.3	51.7	51.0	50.4	49.8	49.1	48.5	47.9	47.3	46.7	46.1
42.6	54.1	53.4	52.8	52.1	51.5	50.8	50.2	49.5	48.9	48.3	47.7	47.1	46.5
42.8	54.6	53.9	53.2	52.5	51.9	51.2	50.6	50.0	49.3	48.7	48.1	47.5	46.9
43.0	55.0	54.3	53.6	53.0	52.3	51.7	51.0	50.4	49.7	49.1	48.5	47.9	47.3
43.2	55.5	54.8	54.1	53.4	52.7	52.1	51.4	50.8	50.1	49.5	48.9	48.3	47.7
43.4	55.9	55.2	54.5	53.8	53.2	52.5	51.8	51.2	50.5	49.9	49.3	48.7	48.1
43.6	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.3	51.6	51.0	50.3	49.7	49.1	48.4
43.8	56.8	56.1	55.4	54.7	54.0	53.3	52.7	52.0	51.4	50.7	50.1	49.5	48.8
44.0	57.3	56.6	55.9	55.2	54.5	53.8	53.1	52.4	51.8	51.1	50.5	49.9	49.2

续表 A

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
44.2	57.7	57.0	56.3	55.6	54.9	54.2	53.5	52.9	52.2	51.5	50.9	50.3	49.6
44.4	58.2	57.5	56.7	56.0	55.3	54.6	54.0	53.3	52.6	52.0	51.3	50.7	50.0
44.6	58.7	57.9	57.2	56.5	55.8	55.1	54.4	53.7	53.0	52.4	51.7	51.1	50.4
44.8	59.1	58.4	57.6	56.9	56.2	55.5	54.8	54.1	53.4	52.8	52.1	51.5	50.8
45.0	59.6	58.8	58.1	57.4	56.7	55.9	55.2	54.5	53.9	53.2	52.5	51.9	51.2
45.2	60.1	59.3	58.6	57.8	57.1	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.3	51.6
45.4	-	59.8	59.0	58.3	57.5	56.8	56.1	55.4	54.7	54.0	53.3	52.7	52.0
45.6	-	-	59.5	58.7	58.0	57.3	56.5	55.8	55.1	54.4	53.8	53.1	52.4
45.8	-	-	59.9	59.2	58.4	57.7	57.0	56.3	55.6	54.9	54.2	53.5	52.8
46.0	-	-	-	59.6	58.9	58.1	57.4	56.7	56.0	55.3	54.6	53.9	53.2
46.2	-	-	-	-	59.3	58.6	57.9	57.1	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6
46.4	-	-	-	-	59.8	59.0	58.3	57.6	56.8	56.1	55.4	54.7	54.0
46.6	-	-	-	-	-	59.5	58.7	58.0	57.3	56.6	55.8	55.1	54.5
46.8	-	-	-	-	-	59.9	59.2	58.4	57.7	57.0	56.3	55.6	54.9
47.0	-	-	-	-	-	-	59.6	58.9	58.1	57.4	56.7	56.0	55.3
47.2	-	-	-	-	-	-	-	59.3	58.6	57.8	57.1	56.4	55.7
47.4	-	-	-	-	-	-	-	59.8	59.0	58.3	57.5	56.8	56.1
47.6	-	-	-	-	-	-	-	-	59.4	58.7	58.0	57.2	56.5
47.8	-	-	-	-	-	-	-	-	59.9	59.1	58.4	57.7	56.9
48.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.6	58.8	58.1	57.4
48.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.0	59.3	58.5	57.8
48.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.7	58.9	58.2
48.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.4	58.6
48.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.8	59.0

续表 A

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
49.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.5
49.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.9

注：1 表中数值是根据下列碎石泵送混凝土测强曲线方程计算：

$$f_{cu,i}^c = 0.074613R_m^{1.755565}10^{(-0.010958d_m)}$$

2 表中未注明的测区混凝土抗压强度换算值为小于 15 MPa 或大于 60MPa。

附录 B 卵石泵送混凝土测区强度换算表 (侧面水平回弹)

表 B 卵石泵送混凝土测区强度换算表 (侧面水平回弹)

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	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	13.2	12.9	12.5	12.1	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	10.0	-	-
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	12.7	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	11.1	10.8	10.4

续表 B

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
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	16.1	15.6	15.1	14.4	13.9	13.4	13.0	12.6	12.1	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	14.1	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
26.4	18.0	17.6	17.1	16.6	15.8	15.3	14.8	14.2	13.9	13.3	13.0	12.6	12.0
26.6	18.3	17.9	17.4	16.8	16.1	15.6	15.0	14.4	14.1	13.5	13.2	12.8	12.1
26.8	18.6	18.2	17.7	17.1	16.4	15.8	15.3	14.6	14.3	13.8	13.4	12.9	12.3
27.0	18.9	18.5	18.0	17.4	16.6	16.1	15.5	14.8	14.6	14.0	13.6	13.1	12.4
27.2	19.1	18.7	18.1	17.6	16.8	16.2	15.7	15.0	14.7	14.1	13.8	13.3	12.6
27.4	19.4	19.0	18.4	17.8	17.0	16.4	15.9	15.2	14.9	14.3	14.0	13.4	12.7
27.6	19.7	19.3	18.7	18.0	17.2	16.6	16.1	15.4	15.1	14.5	14.1	13.6	12.9
27.8	20.0	19.6	19.0	18.2	17.4	16.8	16.3	15.6	15.3	14.7	14.2	13.7	13.0
28.0	20.3	19.7	19.2	18.4	17.6	17.0	16.5	15.8	15.4	14.8	14.4	13.9	13.2
28.2	20.6	20.0	19.5	18.6	17.8	17.2	16.7	16.0	15.6	15.0	14.6	14.0	13.3
28.4	20.9	20.3	19.7	18.8	18.0	17.4	16.9	16.2	15.8	15.2	14.8	14.2	13.5
28.6	21.2	20.6	20.0	19.1	18.2	17.6	17.1	16.4	16.0	15.4	15.0	14.3	13.6
28.8	21.5	20.9	20.2	19.4	18.5	17.8	17.3	16.6	16.2	15.6	15.2	14.5	13.8
29.0	21.8	21.1	20.5	19.6	18.7	18.1	17.5	16.8	16.4	15.8	15.4	14.6	13.9
29.2	22.1	21.4	20.8	19.9	19.0	18.3	17.7	17.0	16.6	16.0	15.6	14.8	14.1
29.4	22.4	21.7	21.1	20.2	19.3	18.6	17.9	17.2	16.8	16.2	15.8	15.0	14.2

续表 B

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
29.6	22.7	22.0	21.3	20.4	19.5	18.8	18.2	17.5	17.0	16.4	16.0	15.1	14.4
29.8	23.0	22.3	21.6	20.7	19.8	19.1	18.4	17.7	17.2	16.6	16.2	15.3	14.5
30.0	23.3	22.6	21.9	21.0	20.0	19.3	18.6	17.9	17.4	16.8	16.4	15.4	14.7
30.2	23.6	22.9	22.2	21.2	20.3	19.6	18.9	18.2	17.6	17.0	16.6	15.6	14.9
30.4	23.9	23.2	22.5	21.5	20.6	19.8	19.1	18.4	17.8	17.2	16.8	15.8	15.1
30.6	24.3	23.6	22.8	21.9	20.9	20.2	19.4	18.7	18.0	17.5	17.0	16.0	15.2
30.8	24.6	23.9	23.1	22.1	21.2	20.4	19.7	18.9	18.2	17.7	17.2	16.2	15.4
31.0	24.9	24.2	23.4	22.4	21.4	20.7	19.9	19.2	18.4	17.9	17.4	16.4	15.5
31.2	25.2	24.4	23.7	22.7	21.7	20.9	20.2	19.4	18.6	18.1	17.6	16.6	15.7
31.4	25.6	24.8	24.1	23.0	22.0	21.2	20.4	19.7	18.9	18.4	17.8	16.9	15.8
31.6	25.9	25.1	24.3	23.3	22.3	21.5	20.7	19.9	19.2	18.6	18.0	17.1	16.0
31.8	26.2	25.4	24.6	23.6	22.5	21.7	21.0	20.2	19.4	18.9	18.2	17.3	16.2
32.0	26.5	25.7	24.9	23.9	22.8	22.0	21.2	20.4	19.6	19.1	18.4	17.5	16.4
32.2	26.9	26.1	25.3	24.2	23.1	22.3	21.5	20.7	19.9	19.4	18.6	17.7	16.6
32.4	27.2	26.4	25.6	24.5	23.4	22.6	21.8	20.9	20.1	19.6	18.8	17.9	16.8
32.6	27.6	26.8	25.9	24.8	23.7	22.9	22.1	21.3	20.4	19.9	19.0	18.1	17.0
32.8	27.9	27.1	26.2	25.1	24.0	23.2	22.3	21.5	20.6	20.1	19.2	18.3	17.2
33.0	28.2	27.4	26.5	25.4	24.3	23.4	22.6	21.7	20.9	20.3	19.4	18.5	17.4
33.2	28.6	27.7	26.8	25.7	24.6	23.7	22.9	22.0	21.2	20.5	19.6	18.7	17.6
33.4	28.9	28.0	27.1	26.0	24.9	24.0	23.1	22.3	21.4	20.7	19.8	18.9	17.8
33.6	29.3	28.4	27.4	26.4	25.2	24.2	23.3	22.6	21.7	20.9	20.0	19.1	18.0
33.8	29.6	28.7	27.7	26.6	25.4	24.4	23.5	22.8	21.9	21.1	20.2	19.3	18.2
34.0	30.0	29.1	28.0	26.8	25.6	24.6	23.7	23.0	22.1	21.3	20.4	19.5	18.3
34.2	30.3	29.4	28.3	27.0	25.8	24.8	23.9	23.2	22.3	21.5	20.6	19.7	18.4
34.4	30.7	29.8	28.6	27.2	26.0	25.0	24.1	23.4	22.5	21.7	20.8	19.8	18.6
34.6	31.1	30.2	28.9	27.4	26.2	25.2	24.3	23.6	22.7	21.9	21.0	20.0	18.8

续表 B

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
34.8	31.4	30.5	29.2	27.6	26.4	25.4	24.5	23.8	22.9	22.1	21.2	20.2	19.0
35.0	31.8	30.8	29.6	28.0	26.7	25.8	24.8	24.0	23.2	22.3	21.4	20.4	19.2
35.2	32.1	31.1	29.2	28.2	27.0	26.0	25.0	24.2	23.4	22.5	21.6	20.6	19.4
35.4	32.5	31.5	30.2	28.6	27.3	26.3	25.4	24.4	23.7	22.8	21.8	20.8	19.6
35.6	32.9	31.9	30.6	29.0	27.6	26.6	25.7	24.7	24.0	23.0	22.0	21.0	19.8
35.8	33.3	32.3	31.0	29.3	28.0	27.0	26.0	25.0	24.3	23.3	22.2	21.2	20.0
36.0	33.6	32.6	31.2	29.6	28.2	27.2	26.2	25.2	24.5	23.5	22.4	21.4	20.2
36.2	34.0	33.0	31.6	29.9	28.6	27.5	26.5	25.5	24.8	23.8	22.6	21.6	20.4
36.4	34.4	33.4	32.0	30.3	28.9	27.9	26.8	25.8	25.1	24.1	22.8	21.8	20.6
36.6	34.8	33.8	32.4	30.6	29.2	28.2	27.1	26.1	25.4	24.4	23.0	22.0	20.9
36.8	35.2	34.1	32.7	31.0	29.6	28.5	27.5	26.4	25.7	24.6	23.2	22.2	21.1
37.0	35.5	34.4	33.0	31.2	29.8	28.8	27.7	26.6	25.9	24.8	23.4	22.4	21.3
37.2	35.9	34.8	33.4	31.6	30.2	29.1	28.0	26.9	26.2	25.1	23.7	22.6	21.5
37.4	36.3	35.2	33.8	31.9	30.5	29.4	28.3	27.2	26.5	25.4	24.0	22.9	21.8
37.6	36.7	35.6	34.1	32.3	30.8	29.7	28.6	27.5	26.8	25.7	24.2	23.1	22.0
37.8	37.1	36.0	34.5	32.6	31.2	30.0	28.9	27.8	27.1	26.0	24.5	23.4	22.3
38.0	37.5	36.4	34.9	33.0	31.5	30.3	29.2	28.1	27.4	26.2	24.8	23.6	22.5
38.2	37.9	36.8	35.2	33.4	31.8	30.6	29.5	28.4	27.7	26.5	25.0	23.9	22.7
38.4	38.3	37.2	35.6	33.7	32.1	30.9	29.8	28.7	28.0	26.8	25.3	24.1	23.0
38.6	38.7	37.5	36.0	34.1	32.4	31.2	30.1	29.0	28.3	27.0	25.5	24.4	23.2
38.8	39.1	37.9	36.4	34.4	32.7	31.5	30.4	29.3	28.5	27.2	25.8	24.6	23.5
39.0	39.5	38.2	36.7	34.7	33.0	31.8	30.6	29.6	28.8	27.4	26.0	24.8	23.7
39.2	39.9	38.5	37.0	35.0	33.3	32.1	30.8	29.8	29.0	27.6	26.2	25.0	24.0
39.4	40.3	38.8	37.3	35.3	33.6	32.4	31.0	30.0	29.2	27.8	26.4	25.2	24.2
39.6	40.7	39.1	37.6	35.6	33.9	32.7	31.2	30.2	29.4	28.0	26.6	25.4	24.4

续表 B

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
39.8	41.2	39.6	38.0	35.9	34.2	33.0	31.4	30.5	29.7	28.2	26.8	25.6	24.7
40.0	41.6	39.9	38.3	36.2	34.5	33.3	31.7	30.8	30.0	28.4	27.0	25.8	25.0
40.2	42.0	40.3	38.6	36.5	34.8	33.6	32.0	31.1	30.2	28.6	27.3	26.0	25.2
40.4	42.4	40.7	39.0	36.9	35.1	33.9	32.3	31.4	30.5	28.8	27.6	26.2	25.4
40.6	42.8	41.1	39.4	37.2	35.4	34.2	32.6	31.7	30.8	29.1	27.8	26.5	25.7
40.8	43.3	41.6	39.8	37.7	35.7	34.5	32.9	32.0	31.2	29.4	28.1	26.8	26.0
41.0	43.7	42.0	40.2	38.0	36.0	34.8	33.2	32.3	31.5	29.7	28.4	27.1	26.2
41.2	44.1	42.3	40.6	38.4	36.3	35.1	33.5	32.6	31.8	30.0	28.7	27.3	26.5
41.4	44.5	42.7	40.9	38.7	36.6	35.4	33.8	32.9	32.0	30.3	28.9	27.6	26.7
41.6	45.0	43.2	41.4	39.2	36.9	35.7	34.2	33.3	32.4	30.6	29.2	27.9	27.0
41.8	45.4	43.6	41.8	39.5	37.2	36.0	34.5	33.6	32.7	30.9	29.5	28.1	27.2
42.0	45.9	44.1	42.2	39.9	37.6	36.3	34.9	34.0	33.0	31.2	29.8	28.5	27.5
42.2	46.3	44.4	42.6	40.3	38.0	36.6	35.2	34.3	33.3	31.5	30.1	28.7	27.8
42.4	46.7	44.8	43.0	40.6	38.3	36.9	35.5	34.6	33.6	31.8	30.4	29.0	28.0
42.6	47.2	45.3	43.4	41.1	38.7	37.3	35.9	34.9	34.0	32.1	30.7	29.3	28.3
42.8	47.6	45.7	43.8	41.4	39.0	37.6	36.2	35.2	34.3	32.4	30.9	29.5	28.6
43.0	48.1	46.2	44.2	41.8	39.4	38.0	36.6	35.6	34.6	32.7	31.3	29.8	28.9
43.2	48.5	46.6	44.6	42.2	39.8	38.3	36.9	35.9	34.9	33.0	31.5	30.1	29.1
43.4	49.0	47.0	45.1	42.6	40.2	38.7	37.2	36.3	35.3	33.3	31.8	30.4	29.4
43.6	49.4	47.4	45.4	43.0	40.5	39.0	37.5	36.6	35.6	33.6	32.1	30.6	29.6
43.8	49.9	47.9	45.9	43.4	40.9	39.4	37.9	36.9	35.9	33.9	32.4	30.9	29.9
44.0	50.4	48.4	46.4	43.8	41.3	39.8	38.3	37.3	36.3	34.3	32.8	31.2	30.2
44.2	50.8	48.8	46.7	44.2	41.7	40.1	38.6	37.6	36.6	34.5	33.0	31.5	30.5
44.4	51.3	49.2	47.2	44.6	42.1	40.5	39.0	38.0	36.9	34.9	33.3	31.8	30.8
44.6	51.7	49.6	47.6	45.0	42.4	40.8	39.3	38.3	37.2	35.2	33.6	32.1	31.0
44.8	52.2	50.1	48.0	45.4	42.8	41.2	39.7	38.6	37.6	35.5	33.9	32.4	31.3

续表 B

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
45.0	52.7	50.6	48.5	45.8	43.2	41.6	40.1	39.0	37.9	35.8	34.3	32.7	31.6
45.2	53.2	51.1	48.9	46.3	43.6	42.0	40.4	39.4	38.3	36.2	34.6	33.0	31.9
45.4	53.6	51.5	49.4	46.6	44.0	42.3	40.7	39.7	38.6	36.4	34.8	33.2	32.2
45.6	54.1	51.9	49.8	47.1	44.4	42.7	41.1	40.0	39.0	36.8	35.2	33.5	32.5
45.8	54.6	52.4	50.2	47.5	44.8	43.1	41.5	40.4	39.3	37.1	35.5	33.9	32.8
46.0	55.0	52.8	50.6	47.9	45.2	43.5	41.9	40.8	39.7	37.5	35.8	34.2	33.1
46.2	55.5	53.3	51.1	48.3	45.5	43.8	42.2	41.1	40.0	37.7	36.1	34.4	33.3
46.4	56.0	53.8	51.5	48.7	45.9	44.2	42.6	41.4	40.3	38.1	36.4	34.7	33.6
46.6	56.5	54.2	52.0	49.2	46.3	44.6	42.9	41.8	40.7	38.4	36.7	35.0	33.9
46.8	57.0	54.7	52.4	49.6	46.7	45.0	43.3	42.2	41.0	38.8	37.0	35.3	34.2
47.0	57.5	55.2	52.9	50.0	47.2	45.2	43.7	42.6	41.4	39.1	37.4	35.6	34.5
47.2	58.0	55.7	53.4	50.5	47.6	45.8	44.1	42.9	41.8	39.4	37.7	36.0	34.8
47.4	58.5	56.2	53.8	50.9	48.0	46.2	44.5	43.3	42.1	39.8	38.0	36.3	35.1
47.6	59.0	56.6	54.3	51.3	48.4	46.6	44.8	43.7	42.5	40.1	38.4	36.6	35.4
47.8	59.5	57.1	54.7	51.8	48.8	47.0	45.2	44.0	42.8	40.5	38.7	36.9	35.7
48.0	60.0	57.6	55.2	52.2	49.2	47.4	45.6	44.4	43.2	40.8	39.0	37.2	36.0
48.2	-	58.0	55.7	52.6	49.6	47.8	46.0	44.8	43.6	41.1	39.3	37.5	36.3
48.4	-	58.6	56.1	53.1	50.0	48.2	46.4	45.1	43.9	41.5	39.6	37.8	36.6
48.6	-	59.0	56.6	53.5	50.4	48.6	46.7	45.5	44.3	41.8	40.0	38.1	36.9
48.8	-	59.5	57.1	54.0	50.9	49.0	47.1	45.9	44.6	42.2	40.3	38.4	37.2
49.0	-	60.0	57.5	54.4	51.3	49.4	47.5	46.2	45.0	42.5	40.6	38.8	37.5
49.2	-	-	58.0	54.8	51.7	49.8	47.9	46.6	45.4	42.8	41.0	39.1	37.8
49.4	-	-	58.5	55.3	52.1	50.2	48.3	47.1	45.8	43.2	41.3	39.4	38.2
49.6	-	-	58.9	55.7	52.5	50.6	48.7	47.4	46.2	43.6	41.7	39.7	38.5
49.8	-	-	59.4	56.2	53.0	51.0	49.1	47.8	46.5	43.9	42.0	40.1	38.8
50.0	-	-	59.9	56.7	53.4	51.4	49.5	48.2	46.9	44.3	42.3	40.4	39.1

续表 B

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
50.2	-	-	-	57.1	53.8	51.9	49.9	48.5	47.2	44.6	42.6	40.7	39.4
50.4	-	-	-	57.6	54.3	52.3	50.3	49.0	47.7	45.0	43.0	41.0	39.7
50.6	-	-	-	58.0	54.7	52.7	50.7	49.4	48.0	45.4	43.4	41.4	40.0
50.8	-	-	-	58.5	55.1	53.1	51.1	49.8	48.4	45.7	43.7	41.7	40.3
51.0	-	-	-	59.0	55.6	53.5	51.5	50.1	48.8	46.1	44.1	42.0	40.7
51.2	-	-	-	59.4	56.0	54.0	51.9	50.5	49.2	46.4	44.4	42.3	41.0
51.4	-	-	-	59.9	56.4	54.4	52.3	50.9	49.6	46.8	44.7	42.7	41.3
51.6	-	-	-	-	56.9	54.8	52.7	51.3	50.0	47.2	45.1	43.0	41.6
51.8	-	-	-	-	57.3	55.2	53.1	51.7	50.3	47.5	45.4	43.3	41.8
52.0	-	-	-	-	57.8	55.7	53.6	52.1	50.7	47.9	45.8	43.7	42.3
52.2	-	-	-	-	58.2	56.1	54.0	52.5	51.1	48.3	46.2	44.0	42.6
52.4	-	-	-	-	58.7	56.5	54.4	53.0	51.5	48.7	46.5	44.4	43.0
52.6	-	-	-	-	59.1	57.0	54.8	53.4	51.9	49.0	46.9	44.7	43.3
52.8	-	-	-	-	59.6	57.4	55.2	53.8	52.3	49.4	47.3	45.1	43.6
53.0	-	-	-	-	60.0	57.8	55.6	54.2	52.7	49.8	47.6	45.4	43.9
53.2	-	-	-	-	-	58.3	56.1	54.6	53.1	50.2	48.0	45.8	44.3
53.4	-	-	-	-	-	58.7	56.5	55.0	53.5	50.5	48.3	46.1	44.6
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	-	-	-	-	-	-	57.8	56.3	54.7	51.7	49.4	47.1	45.6
54.2	-	-	-	-	-	-	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

续表 B

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
55.2	-	-	-	-	-	-	-	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	-	-	-	-	-	-	-	-	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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56.8	54.3	51.8	50.1
56.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.2	54.7	52.2	50.5
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	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
59.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	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抗压强度换算值为小于 10 MPa 或大于 60MPa。

附录 C 碎石泵送混凝土测区强度换算表

（底面向上回弹）

表 C 碎石泵送混凝土测区强度换算表（底面向上回弹）

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
20.8	10.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.0	10.3	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.2	10.5	10.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.4	10.7	10.4	10.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.6	10.9	10.6	10.3	10.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.8	11.1	10.8	10.5	10.2	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-
22.0	11.3	11.0	10.7	10.4	10.2	-	-	-	-	-	-	-	-
22.2	11.5	11.2	10.9	10.6	10.3	10.1	-	-	-	-	-	-	-
22.4	11.7	11.4	11.1	10.8	10.5	10.3	10.0	-	-	-	-	-	-
22.6	11.9	11.6	11.3	11.0	10.7	10.4	10.2	-	-	-	-	-	-
22.8	12.1	11.8	11.5	11.2	10.9	10.6	10.4	10.1	-	-	-	-	-
23.0	12.3	12.0	11.7	11.4	11.1	10.8	10.5	10.3	10.0	-	-	-	-
23.2	12.5	12.2	11.9	11.6	11.3	11.0	10.7	10.5	10.2	-	-	-	-
23.4	12.7	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.9	10.6	10.4	10.1	-	-	-
23.6	12.9	12.6	12.3	12.0	11.7	11.4	11.1	10.8	10.5	10.3	10.0	-	-
23.8	13.2	12.8	12.5	12.2	11.9	11.6	11.3	11.0	10.7	10.4	10.2	-	-
24.0	13.4	13.0	12.7	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.9	10.6	10.3	10.1	-
24.2	13.6	13.3	12.9	12.6	12.3	12.0	11.7	11.4	11.1	10.8	10.5	10.3	10.0
24.4	13.8	13.5	13.1	12.8	12.5	12.2	11.9	11.6	11.3	11.0	10.7	10.4	10.2
24.6	14.1	13.7	13.3	13.0	12.7	12.4	12.0	11.7	11.4	11.2	10.9	10.6	10.3
24.8	14.3	13.9	13.6	13.2	12.9	12.6	12.2	11.9	11.6	11.3	11.0	10.8	10.5

续表 C

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
25.0	14.5	14.1	13.8	13.4	13.1	12.8	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2	10.9	10.7
25.2	14.7	14.4	14.0	13.6	13.3	13.0	12.6	12.3	12.0	11.7	11.4	11.1	10.8
25.4	15.0	14.6	14.2	13.9	13.5	13.2	12.8	12.5	12.2	11.9	11.6	11.3	11.0
25.6	15.2	14.8	14.4	14.1	13.7	13.4	13.0	12.7	12.4	12.1	11.8	11.5	11.2
25.8	15.4	15.1	14.7	14.3	13.9	13.6	13.2	12.9	12.6	12.3	11.9	11.6	11.3
26.0	15.7	15.3	14.9	14.5	14.2	13.8	13.4	13.1	12.8	12.4	12.1	11.8	11.5
26.2	15.9	15.5	15.1	14.7	14.4	14.0	13.6	13.3	13.0	12.6	12.3	12.0	11.7
26.4	16.2	15.8	15.4	15.0	14.6	14.2	13.9	13.5	13.2	12.8	12.5	12.2	11.9
26.6	16.4	16.0	15.6	15.2	14.8	14.4	14.1	13.7	13.4	13.0	12.7	12.4	12.1
26.8	16.7	16.2	15.8	15.4	15.0	14.6	14.3	13.9	13.6	13.2	12.9	12.6	12.2
27.0	16.9	16.5	16.1	15.6	15.3	14.9	14.5	14.1	13.8	13.4	13.1	12.7	12.4
27.2	17.2	16.7	16.3	15.9	15.5	15.1	14.7	14.3	14.0	13.6	13.3	12.9	12.6
27.4	17.4	17.0	16.5	16.1	15.7	15.3	14.9	14.5	14.2	13.8	13.5	13.1	12.8
27.6	17.7	17.2	16.8	16.3	15.9	15.5	15.1	14.8	14.4	14.0	13.7	13.3	13.0
27.8	17.9	17.5	17.0	16.6	16.2	15.8	15.4	15.0	14.6	14.2	13.9	13.5	13.2
28.0	18.2	17.7	17.3	16.8	16.4	16.0	15.6	15.2	14.8	14.4	14.1	13.7	13.3
28.2	18.4	18.0	17.5	17.1	16.6	16.2	15.8	15.4	15.0	14.6	14.3	13.9	13.5
28.4	18.7	18.2	17.7	17.3	16.9	16.4	16.0	15.6	15.2	14.8	14.5	14.1	13.7
28.6	18.9	18.5	18.0	17.5	17.1	16.7	16.2	15.8	15.4	15.0	14.7	14.3	13.9
28.8	19.2	18.7	18.2	17.8	17.3	16.9	16.5	16.1	15.6	15.2	14.9	14.5	14.1
29.0	19.5	19.0	18.5	18.0	17.6	17.1	16.7	16.3	15.9	15.5	15.1	14.7	14.3
29.2	19.7	19.2	18.8	18.3	17.8	17.4	16.9	16.5	16.1	15.7	15.3	14.9	14.5
29.4	20.0	19.5	19.0	18.5	18.1	17.6	17.2	16.7	16.3	15.9	15.5	15.1	14.7
29.6	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8	17.4	16.9	16.5	16.1	15.7	15.3	14.9
29.8	20.6	20.0	19.5	19.0	18.6	18.1	17.6	17.2	16.7	16.3	15.9	15.5	15.1

续表 C

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
30.0	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.9	17.4	17.0	16.5	16.1	15.7	15.3
30.2	21.1	20.6	20.1	19.5	19.0	18.6	18.1	17.6	17.2	16.8	16.3	15.9	15.5
30.4	21.4	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.9	17.4	17.0	16.5	16.1	15.7
30.6	21.7	21.1	20.6	20.1	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.2	16.8	16.3	15.9
30.8	21.9	21.4	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.9	17.4	17.0	16.5	16.1
31.0	22.2	21.7	21.1	20.6	20.1	19.6	19.1	18.6	18.1	17.6	17.2	16.8	16.3
31.2	22.5	21.9	21.4	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.9	17.4	17.0	16.5
31.4	22.8	22.2	21.7	21.1	20.6	20.1	19.5	19.1	18.6	18.1	17.6	17.2	16.8
31.6	23.1	22.5	21.9	21.4	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.9	17.4	17.0
31.8	23.4	22.8	22.2	21.7	21.1	20.6	20.0	19.5	19.0	18.6	18.1	17.6	17.2
32.0	23.7	23.1	22.5	21.9	21.4	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.9	17.4
32.2	24.0	23.4	22.8	22.2	21.6	21.1	20.5	20.0	19.5	19.0	18.5	18.1	17.6
32.4	24.3	23.7	23.1	22.5	21.9	21.3	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.8
32.6	24.6	23.9	23.3	22.7	22.2	21.6	21.1	20.5	20.0	19.5	19.0	18.5	18.1
32.8	24.9	24.2	23.6	23.0	22.4	21.9	21.3	20.8	20.2	19.7	19.2	18.7	18.3
33.0	25.2	24.5	23.9	23.3	22.7	22.1	21.6	21.0	20.5	20.0	19.5	19.0	18.5
33.2	25.5	24.8	24.2	23.6	23.0	22.4	21.8	21.3	20.7	20.2	19.7	19.2	18.7
33.4	25.8	25.1	24.5	23.9	23.3	22.7	22.1	21.5	21.0	20.5	19.9	19.4	18.9
33.6	26.1	25.4	24.8	24.1	23.5	22.9	22.4	21.8	21.2	20.7	20.2	19.7	19.2
33.8	26.4	25.7	25.1	24.4	23.8	23.2	22.6	22.1	21.5	20.9	20.4	19.9	19.4
34.0	26.7	26.0	25.4	24.7	24.1	23.5	22.9	22.3	21.7	21.2	20.7	20.1	19.6
34.2	27.0	26.3	25.7	25.0	24.4	23.8	23.2	22.6	22.0	21.4	20.9	20.4	19.9
34.4	27.3	26.6	26.0	25.3	24.7	24.0	23.4	22.8	22.3	21.7	21.1	20.6	20.1
34.6	27.6	26.9	26.3	25.6	24.9	24.3	23.7	23.1	22.5	21.9	21.4	20.8	20.3
34.8	28.0	27.3	26.6	25.9	25.2	24.6	24.0	23.4	22.8	22.2	21.6	21.1	20.5

续表 C

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
35.0	28.3	27.6	26.9	26.2	25.5	24.9	24.2	23.6	23.0	22.4	21.9	21.3	20.8
35.2	28.6	27.9	27.2	26.5	25.8	25.2	24.5	23.9	23.3	22.7	22.1	21.6	21.0
35.4	28.9	28.2	27.5	26.8	26.1	25.4	24.8	24.2	23.6	23.0	22.4	21.8	21.3
35.6	29.3	28.5	27.8	27.1	26.4	25.7	25.1	24.4	23.8	23.2	22.6	22.1	21.5
35.8	29.6	28.8	28.1	27.4	26.7	26.0	25.4	24.7	24.1	23.5	22.9	22.3	21.7
36.0	29.9	29.2	28.4	27.7	27.0	26.3	25.6	25.0	24.4	23.7	23.1	22.6	22.0
36.2	30.2	29.5	28.7	28.0	27.3	26.6	25.9	25.3	24.6	24.0	23.4	22.8	22.2
36.4	30.6	29.8	29.0	28.3	27.6	26.9	26.2	25.5	24.9	24.3	23.6	23.1	22.5
36.6	30.9	30.1	29.4	28.6	27.9	27.2	26.5	25.8	25.2	24.5	23.9	23.3	22.7
36.8	31.2	30.5	29.7	28.9	28.2	27.5	26.8	26.1	25.4	24.8	24.2	23.6	23.0
37.0	31.6	30.8	30.0	29.2	28.5	27.8	27.1	26.4	25.7	25.1	24.4	23.8	23.2
37.2	31.9	31.1	30.3	29.6	28.8	28.1	27.4	26.7	26.0	25.3	24.7	24.1	23.5
37.4	32.3	31.4	30.6	29.9	29.1	28.4	27.7	27.0	26.3	25.6	25.0	24.3	23.7
37.6	32.6	31.8	31.0	30.2	29.4	28.7	27.9	27.2	26.6	25.9	25.2	24.6	24.0
37.8	32.9	32.1	31.3	30.5	29.7	29.0	28.2	27.5	26.8	26.2	25.5	24.8	24.2
38.0	33.3	32.5	31.6	30.8	30.0	29.3	28.5	27.8	27.1	26.4	25.8	25.1	24.5
38.2	33.6	32.8	32.0	31.2	30.4	29.6	28.8	28.1	27.4	26.7	26.0	25.4	24.7
38.4	34.0	33.1	32.3	31.5	30.7	29.9	29.1	28.4	27.7	27.0	26.3	25.6	25.0
38.6	34.3	33.5	32.6	31.8	31.0	30.2	29.4	28.7	28.0	27.3	26.6	25.9	25.2
38.8	34.7	33.8	33.0	32.1	31.3	30.5	29.7	29.0	28.3	27.5	26.8	26.2	25.5
39.0	35.1	34.2	33.3	32.5	31.6	30.8	30.1	29.3	28.5	27.8	27.1	26.4	25.8
39.2	35.4	34.5	33.6	32.8	32.0	31.1	30.4	29.6	28.8	28.1	27.4	26.7	26.0
39.4	35.8	34.9	34.0	33.1	32.3	31.5	30.7	29.9	29.1	28.4	27.7	27.0	26.3
39.6	36.1	35.2	34.3	33.5	32.6	31.8	31.0	30.2	29.4	28.7	28.0	27.2	26.6
39.8	36.5	35.6	34.7	33.8	32.9	32.1	31.3	30.5	29.7	29.0	28.2	27.5	26.8

续表 C

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
40.0	36.9	35.9	35.0	34.1	33.3	32.4	31.6	30.8	30.0	29.3	28.5	27.8	27.1
40.2	37.2	36.3	35.4	34.5	33.6	32.7	31.9	31.1	30.3	29.5	28.8	28.1	27.4
40.4	37.6	36.6	35.7	34.8	33.9	33.1	32.2	31.4	30.6	29.8	29.1	28.3	27.6
40.6	38.0	37.0	36.1	35.2	34.3	33.4	32.5	31.7	30.9	30.1	29.4	28.6	27.9
40.8	38.3	37.4	36.4	35.5	34.6	33.7	32.9	32.0	31.2	30.4	29.7	28.9	28.2
41.0	38.7	37.7	36.8	35.8	34.9	34.0	33.2	32.3	31.5	30.7	29.9	29.2	28.4
41.2	39.1	38.1	37.1	36.2	35.3	34.4	33.5	32.7	31.8	31.0	30.2	29.5	28.7
41.4	39.5	38.5	37.5	36.5	35.6	34.7	33.8	33.0	32.1	31.3	30.5	29.8	29.0
41.6	39.8	38.8	37.9	36.9	36.0	35.0	34.2	33.3	32.4	31.6	30.8	30.0	29.3
41.8	40.2	39.2	38.2	37.2	36.3	35.4	34.5	33.6	32.8	31.9	31.1	30.3	29.6
42.0	40.6	39.6	38.6	37.6	36.6	35.7	34.8	33.9	33.1	32.2	31.4	30.6	29.8
42.2	41.0	40.0	38.9	38.0	37.0	36.1	35.1	34.3	33.4	32.5	31.7	30.9	30.1
42.4	41.4	40.3	39.3	38.3	37.3	36.4	35.5	34.6	33.7	32.8	32.0	31.2	30.4
42.6	41.8	40.7	39.7	38.7	37.7	36.7	35.8	34.9	34.0	33.2	32.3	31.5	30.7
42.8	42.2	41.1	40.0	39.0	38.0	37.1	36.1	35.2	34.3	33.5	32.6	31.8	31.0
43.0	42.6	41.5	40.4	39.4	38.4	37.4	36.5	35.6	34.6	33.8	32.9	32.1	31.3
43.2	42.9	41.9	40.8	39.8	38.8	37.8	36.8	35.9	35.0	34.1	33.2	32.4	31.6
43.4	43.3	42.2	41.2	40.1	39.1	38.1	37.2	36.2	35.3	34.4	33.5	32.7	31.8
43.6	43.7	42.6	41.5	40.5	39.5	38.5	37.5	36.5	35.6	34.7	33.8	33.0	32.1
43.8	44.1	43.0	41.9	40.9	39.8	38.8	37.8	36.9	35.9	35.0	34.1	33.3	32.4
44.0	44.5	43.4	42.3	41.2	40.2	39.2	38.2	37.2	36.3	35.3	34.5	33.6	32.7
44.2	44.9	43.8	42.7	41.6	40.6	39.5	38.5	37.5	36.6	35.7	34.8	33.9	33.0
44.4	45.3	44.2	43.1	42.0	40.9	39.9	38.9	37.9	36.9	36.0	35.1	34.2	33.3
44.6	45.7	44.6	43.5	42.4	41.3	40.2	39.2	38.2	37.3	36.3	35.4	34.5	33.6
44.8	46.2	45.0	43.8	42.7	41.7	40.6	39.6	38.6	37.6	36.6	35.7	34.8	33.9

续表 C

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
45.0	46.6	45.4	44.2	43.1	42.0	41.0	39.9	38.9	37.9	37.0	36.0	35.1	34.2
45.2	47.0	45.8	44.6	43.5	42.4	41.3	40.3	39.3	38.3	37.3	36.3	35.4	34.5
45.4	47.4	46.2	45.0	43.9	42.8	41.7	40.6	39.6	38.6	37.6	36.7	35.7	34.8
45.6	47.8	46.6	45.4	44.3	43.1	42.0	41.0	39.9	38.9	37.9	37.0	36.0	35.1
45.8	48.2	47.0	45.8	44.6	43.5	42.4	41.3	40.3	39.3	38.3	37.3	36.4	35.4
46.0	48.6	47.4	46.2	45.0	43.9	42.8	41.7	40.6	39.6	38.6	37.6	36.7	35.7
46.2	49.1	47.8	46.6	45.4	44.3	43.2	42.1	41.0	40.0	38.9	38.0	37.0	36.1
46.4	49.5	48.2	47.0	45.8	44.7	43.5	42.4	41.3	40.3	39.3	38.3	37.3	36.4
46.6	49.9	48.6	47.4	46.2	45.0	43.9	42.8	41.7	40.6	39.6	38.6	37.6	36.7
46.8	50.3	49.1	47.8	46.6	45.4	44.3	43.1	42.1	41.0	40.0	38.9	38.0	37.0
47.0	50.8	49.5	48.2	47.0	45.8	44.6	43.5	42.4	41.3	40.3	39.3	38.3	37.3
47.2	51.2	49.9	48.6	47.4	46.2	45.0	43.9	42.8	41.7	40.6	39.6	38.6	37.6
47.4	51.6	50.3	49.0	47.8	46.6	45.4	44.3	43.1	42.0	41.0	39.9	38.9	37.9
47.6	52.1	50.7	49.5	48.2	47.0	45.8	44.6	43.5	42.4	41.3	40.3	39.2	38.3
47.8	52.5	51.2	49.9	48.6	47.4	46.2	45.0	43.9	42.7	41.7	40.6	39.6	38.6
48.0	52.9	51.6	50.3	49.0	47.8	46.6	45.4	44.2	43.1	42.0	40.9	39.9	38.9
48.2	53.4	52.0	50.7	49.4	48.2	46.9	45.7	44.6	43.5	42.4	41.3	40.2	39.2
48.4	53.8	52.4	51.1	49.8	48.6	47.3	46.1	45.0	43.8	42.7	41.6	40.6	39.5
48.6	54.2	52.9	51.5	50.2	49.0	47.7	46.5	45.3	44.2	43.1	42.0	40.9	39.9
48.8	54.7	53.3	52.0	50.6	49.4	48.1	46.9	45.7	44.5	43.4	42.3	41.2	40.2
49.0	55.1	53.7	52.4	51.1	49.8	48.5	47.3	46.1	44.9	43.8	42.7	41.6	40.5
49.2	55.6	54.2	52.8	51.5	50.2	48.9	47.6	46.4	45.3	44.1	43.0	41.9	40.8
49.4	56.0	54.6	53.2	51.9	50.6	49.3	48.0	46.8	45.6	44.5	43.3	42.2	41.2
49.6	56.5	55.1	53.7	52.3	51.0	49.7	48.4	47.2	46.0	44.8	43.7	42.6	41.5
49.8	56.9	55.5	54.1	52.7	51.4	50.1	48.8	47.6	46.4	45.2	44.0	42.9	41.8

续表 C

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
50.0	57.4	55.9	54.5	53.1	51.8	50.5	49.2	48.0	46.7	45.6	44.4	43.3	42.2
50.2	57.8	56.4	55.0	53.6	52.2	50.9	49.6	48.3	47.1	45.9	44.8	43.6	42.5
50.4	58.3	56.8	55.4	54.0	52.6	51.3	50.0	48.7	47.5	46.3	45.1	44.0	42.8
50.6	58.8	57.3	55.8	54.4	53.0	51.7	50.4	49.1	47.9	46.6	45.5	44.3	43.2
50.8	59.2	57.7	56.3	54.8	53.4	52.1	50.8	49.5	48.2	47.0	45.8	44.7	43.5
51.0	59.7	58.2	56.7	55.3	53.9	52.5	51.2	49.9	48.6	47.4	46.2	45.0	43.9
51.2	-	58.6	57.1	55.7	54.3	52.9	51.6	50.3	49.0	47.7	46.5	45.4	44.2
51.4	-	59.1	57.6	56.1	54.7	53.3	52.0	50.7	49.4	48.1	46.9	45.7	44.6
51.6	-	59.5	58.0	56.6	55.1	53.7	52.4	51.0	49.8	48.5	47.3	46.1	44.9
51.8	-	60.0	58.5	57.0	55.6	54.1	52.8	51.4	50.1	48.9	47.6	46.4	45.2
52.0	-	-	58.9	57.4	56.0	54.6	53.2	51.8	50.5	49.2	48.0	46.8	45.6
52.2	-	-	59.4	57.9	56.4	55.0	53.6	52.2	50.9	49.6	48.4	47.1	45.9
52.4	-	-	59.8	58.3	56.8	55.4	54.0	52.6	51.3	50.0	48.7	47.5	46.3
52.6	-	-	-	58.8	57.3	55.8	54.4	53.0	51.7	50.4	49.1	47.9	46.6
52.8	-	-	-	59.2	57.7	56.2	54.8	53.4	52.1	50.8	49.5	48.2	47.0
53.0	-	-	-	59.7	58.1	56.7	55.2	53.8	52.5	51.1	49.8	48.6	47.3
53.2	-	-	-	-	58.6	57.1	55.6	54.2	52.9	51.5	50.2	48.9	47.7
53.4	-	-	-	-	59.0	57.5	56.1	54.6	53.3	51.9	50.6	49.3	48.1
53.6	-	-	-	-	59.5	57.9	56.5	55.0	53.6	52.3	51.0	49.7	48.4
53.8	-	-	-	-	59.9	58.4	56.9	55.5	54.0	52.7	51.3	50.0	48.8
54.0	-	-	-	-	-	58.8	57.3	55.9	54.4	53.1	51.7	50.4	49.1
54.2	-	-	-	-	-	59.2	57.7	56.3	54.8	53.5	52.1	50.8	49.5
54.4	-	-	-	-	-	59.7	58.2	56.7	55.2	53.8	52.5	51.2	49.9
54.6	-	-	-	-	-	-	58.6	57.1	55.7	54.2	52.9	51.5	50.2
54.8	-	-	-	-	-	-	59.0	57.5	56.1	54.6	53.3	51.9	50.6

续表 C

平均 回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 d_m (mm)												
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥ 6
55.0	-	-	-	-	-	-	59.4	57.9	56.5	55.0	53.6	52.3	51.0
55.2	-	-	-	-	-	-	59.9	58.4	56.9	55.4	54.0	52.7	51.3
55.4	-	-	-	-	-	-	-	58.8	57.3	55.8	54.4	53.0	51.7
55.6	-	-	-	-	-	-	-	59.2	57.7	56.2	54.8	53.4	52.1
55.8	-	-	-	-	-	-	-	59.6	58.1	56.6	55.2	53.8	52.4
56.0	-	-	-	-	-	-	-	60.0	58.5	57.0	55.6	54.2	52.8
56.2	-	-	-	-	-	-	-	-	58.9	57.4	56.0	54.6	53.2
56.4	-	-	-	-	-	-	-	-	59.4	57.8	56.4	55.0	53.6
56.6	-	-	-	-	-	-	-	-	59.8	58.3	56.8	55.3	53.9
56.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58.7	57.2	55.7	54.3
57.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.1	57.6	56.1	54.7
57.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.5	58.0	56.5	55.1
57.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.9	58.4	56.9	55.5
57.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58.8	57.3	55.8
57.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.2	57.7	56.2
58.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.6	58.1	56.6
58.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.0	58.5	57.0
58.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58.9	57.4
58.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.3	57.8
58.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.7	58.2
59.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58.6
59.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.0
59.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.4
59.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.8
59.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.0

注：1 表中数值是根据下列板类碎石泵送混凝土曲线方程计算：

$$f_{cu}^c = 0.024440R_m^{1.9840} 10^{(-0.0223dm)}$$

2 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。

附录 D 蒸养预制构件混凝土测区强度换算表

(侧面水平回弹)

表 D 蒸养预制构件混凝土测区强度换算表 (侧面水平回弹)

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)	平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)	平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)	平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)
19.8	15.0	26.4	24.2	33.0	35.0	39.6	47.5
20.0	15.2	26.6	24.5	33.2	35.4	39.8	47.8
20.2	15.5	26.8	24.8	33.4	35.8	40.0	48.2
20.4	15.8	27.0	25.1	33.6	36.1	40.2	48.7
20.6	16.0	27.2	25.4	33.8	36.5	40.4	49.1
20.8	16.3	27.4	25.7	34.0	36.8	40.6	49.5
21.0	16.5	27.6	26.0	34.2	37.2	40.8	49.9
21.2	16.8	27.8	26.4	34.4	37.6	41.0	50.3
21.4	17.1	28.0	26.7	34.6	37.9	41.2	50.7
21.6	17.3	28.2	27.0	34.8	38.3	41.4	51.1
21.8	17.6	28.4	27.3	35.0	38.6	41.6	51.5
22.0	17.9	28.6	27.6	35.2	39.0	41.8	51.9
22.2	18.1	28.8	28.0	35.4	39.4	42.0	52.3
22.4	18.4	29.0	28.3	35.6	39.8	42.2	52.7
22.6	18.7	29.2	28.6	35.8	40.1	42.4	53.2
22.8	19.0	29.4	28.9	36.0	40.5	42.6	53.6
23.0	19.2	29.6	29.3	36.2	40.9	42.8	54.0
23.2	19.5	29.8	29.6	36.4	41.3	43.0	54.4
23.4	19.8	30.0	29.9	36.6	41.6	43.2	54.8
23.6	20.1	30.2	30.2	36.8	42.0	43.4	55.3
23.8	20.4	30.4	30.6	37.0	42.4	43.6	55.7

续表 D

平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)	平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)	平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)	平均回弹值 R_m	测区混凝土抗压强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)
24.0	20.6	30.6	30.9	37.2	42.8	43.8	56.1
24.2	20.9	30.8	31.3	37.4	43.2	44.0	56.5
24.4	21.2	31.0	31.6	37.6	43.5	44.2	57.0
24.6	21.5	31.2	31.9	37.8	43.9	44.4	57.4
24.8	21.8	31.4	32.3	38.0	44.3	44.6	57.8
25.0	22.1	31.6	32.6	38.2	44.7	44.8	58.2
25.2	22.4	31.8	33.0	38.4	45.1	45.0	58.7
25.4	22.7	32.0	33.3	38.6	45.5	45.2	59.1
25.6	23.0	32.2	33.6	38.8	45.9	45.4	59.6
25.8	23.3	32.4	34.0	39.0	46.3	45.6	60.0
26.0	23.6	32.6	34.3	39.2	46.7	-	-
26.2	23.9	32.8	34.7	39.4	47.1	-	-

注：1 表中数值是根据下列蒸养预制构件混凝土测强曲线方程计算：

$$f_{cu,i}^c = 0.1050R_m^{1.6618}$$

2 表中未注明的测区混凝土抗压强度换算值为小于 15 MPa 或大于 60MPa。

附录 E 回弹法检测泵送混凝土抗压强度原始记录表

表 E 回弹法检测泵送混凝土抗压强度原始记录表

浇筑日期	年 月 日					记录编号						共__页第__页						
委托单位						工程名称												
监理单位						构件名称及轴线编号						检测面						
测区	回弹值 R_i												碳化深度 d_i (mm)				强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	R_m	1	2	3		d_m
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
回弹仪	检定证号		混凝土抗压强度 设计等级			C	计算 结果	$m_{f_{cu}}^c =$ $S_{f_{cu}}^c =$ $f_{cu,e}^c = m_{f_{cu}}^c - 1.645 S_{f_{cu}}^c =$					回弹仪 率定值	检测前	标准钢砧			
	编号													检测后	轻型钢砧			
												检测环境温度:						
检测				记录	计算			检测日期					年 月 日					

附录 F 回弹法检测蒸养预制构件混凝土抗压强度原始记录表

表 F 回弹法检测蒸养预制构件混凝土抗压强度原始记录表

浇筑日期	年 月 日					记录编号						共__页第__页				
委托单位						工程名称										
监理单位						构件生产厂家				构件名称及编号						
测区	回弹值 R_i												强度换算值			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	R_m	$f_{cu,i}^c$ (MPa)		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
回弹仪	检定证号					混凝土抗压强度设计等级	C	计算结果	$m_{f_{cu}}^c =$ $S_{f_{cu}}^c =$ $f_{cu,e}^c = m_{f_{cu}}^c - 1.645 S_{f_{cu}}^c =$				回弹仪率定值	检测前	标准钢砧	
	编号													检测后	轻型钢砧	
												检测环境温度:				
检测				记录			计算				检测日期		年 月 日			

附录 G 回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告

表 G 回弹法检测泵送混凝土抗压强度报告

报告编号		第__页共__页					
检测日期		报告日期					
委托单位		监理单位					
工程名称							
编号	构件名称 及轴线部位	强度 设计 等级	龄期 (d)	混凝土抗压强度换算值(MPa)			现龄期混凝土 抗压强度推定 值(MPa)
				平均值	标准差	最小值	
说 明	1、检测依据： 2、混凝土输送方式： 3、检测环境温度： 4、回弹仪编号_____检定证号_____ 5、（有需要说明的其它问题）：						

批准：_____审核：_____主检_____

附录 H 回弹法检测蒸养预制构件混凝土

抗压强度报告

表 H 回弹法检测蒸养预制构件混凝土抗压强度报告

报告编号				第__页共__页			
检测日期				报告日期			
委托单位				监理单位			
工程名称				构件生产厂家			
编号	构件名称 及轴线部位	强度 设计 等级	龄期 (d)	混凝土抗压强度换算值(MPa)			现龄期混凝土 抗压强度推定 值(MPa)
				平均值	标准差	最小值	
说明	1、检测依据： 2、检测环境温度： 3、回弹仪编号_____检定证号_____ 4、（有需要说明的其它问题）：						

批准：_____审核：_____主检_____

本规程用词说明

1 为便于执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

《回弹仪》 GB/T 9138

《混凝土结构现场检测技术标准》 GB/T 50784

《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55

《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》 JGJ/T 23

《回弹仪检定规程》 JJG 817

浙江省工程建设标准

回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程

Technical Specification for Inspection of Pumped Concrete Compressive
Strength by Rebound Method

DBJ33/T 1049-20XX

条文说明

目 次

1	总则	49
3	回弹仪	51
3.1	技术要求	51
3.2	检定和校准	52
3.3	保养	53
4	检测技术	54
4.1	一般规定	54
4.2	回弹值测量	55
4.3	回弹值计算	56
4.4	泵送混凝土碳化深度值测量	56
4.5	泵送混凝土碳化深度值取值	56
5	混凝土抗压强度计算	59
5.1	泵送混凝土	59
5.2	蒸养预制构件混凝土	63

1 总 则

1.0.1 浙江省工程建设标准《回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程》DB33/T1049-2016 是在 2016 年 10 月 1 日出版实施的，至今已近 8 年。

随着混凝土外加剂技术、模板及脱模剂技术、机制骨料和再生骨料的使用技术等的进一步发展，以及竖向构件拆模时间早、养护不及时，混凝土表面早期失水过快；气候环境(酸雨等)的影响，使得混凝土表面“碱度”降低，出现假性碳化现象，实测碳化深度很大。因此需要对碎石泵送混凝土测强曲线进行修订。

板类混凝土一直没有单独回弹测强曲线，而工程检测需求又很多，因此制定板类混凝土回弹测强曲线已十分必要。

近年来，随着装配式建筑的大力推进，按原版规程检测蒸养预制构件混凝土抗压强度误差较大，需要制定蒸养预制构件混凝土单独的测强曲线。

随着装配式建筑的发展，装配式混凝土结构常采用铝模浇筑混凝土。而铝模浇筑的混凝土表层浆料较厚，回弹值偏低，测试误差较大。

另外，随着轻型钢砧的研发，回弹仪率定技术有了新手段。

行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T23-2024 已修订发布，但我国地域辽阔，混凝土材料种类繁多，各地情况千差万别。行业标准 JGJ/T23-2024 第 6.1.2 条也规定：“对有条件的地区和部门，应制定本地区的测强曲线或专用测强曲线。制定检测方案时，宜按专用测强曲线、地区测强曲线、统一测强曲线的优先顺序选用”。因此，及时修订《回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程》DB33/T1049-2016 已十分需要。

浙江省建筑科学设计研究院有限公司会同舟山市博远科技有限公司和浙江省建材集团有限公司组织浙江省部分建设工程质量监督站、检测单位和预拌混凝土公司，重新研制碎石泵送混凝土测强曲

线，增加蒸养预制构件混凝土测强曲线，修订部分条款，编制本规程。

1.0.2 本规程的测强曲线是为用回弹法检测浙江省泵送混凝土抗压强度和蒸养预制构件混凝土抗压强度而制定的。规程中所提的泵送混凝土，是指按《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55-2011 中泵送混凝土配合比设计要求制作的混凝土；如没有经过泵送过程而直接浇捣时，也可执行本规程。

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抗压强度的方法，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的检测。当混凝土表面遭受了火灾、冻伤、受化学物质侵蚀或内部有缺陷时，就不能直接采用回弹法检测。

1.0.3 由于本规程规定的方法是处理混凝土质量问题的依据，若不进行统一培训，则会对同一构件混凝土抗压强度的推定结果存在着因人而异的混乱现象，因此本条规定，凡从事本项检测的人员应经过技术培训并持有相应的资格证书。

1.0.4 本规程涉及的其它有关方面，例如钻芯取样，高空、深坑检测时的安全技术和劳动保护等，均应遵守相应的国家和浙江省标准或规范。

3 回弹仪

3.1 技术要求

3.1.1 国家标准《回弹仪》GB/T 9138 规定能量为 2.207J 的回弹仪为 M225 型回弹仪，本规程回归方程所用回弹数据，也是使用 M225 型回弹仪采集的。回弹仪宜使用数字式，也可使用传统指针直读式。目前回弹仪企业生产的数字回弹仪性能已相当稳定，技术上已经很成熟。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，我们推荐优先选用数字式回弹仪。

3.1.2 为了便于仪器的管理和使用，需要在回弹仪显著位置上标明相关信息，如名称、型号、制造商名、出厂编号等。本次修订删除了 16 版本中要求的“回弹仪应具有产品合格证及计量检定证书”里的“计量检定证书”要求，因为此处条文为回弹仪出厂要求，而计量检定证书是在使用过程中的要求，因此在此处对回弹仪的计量检定证书不做要求。

3.1.3 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检测的关键。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准确性和可靠性，并能在同一水平上进行比较。本规程列出下列回弹仪标准状态的具体指标：

1 M225 型回弹仪水平弹击时，弹击锤脱钩的瞬间，回弹仪的标准能量 E_1 为 2.207J。即回弹仪弹击拉簧恢复原始状态所作的功为：

$$E_1 = \frac{1}{2} KL^2 = \frac{1}{2} \times 784.532 \times 0.075^2 = 2.207J \quad (1)$$

式中 K ——弹击拉簧的刚度系数(N/m)；

L ——弹击拉簧工作时拉伸长度(m)。

2 当钢砧率定值达不到规定值时，不允许旋转调零螺丝人为地使其达到率定值，否则破坏了零点起跳，回弹仪会处于非标准状态。弹击锤与弹击杆碰撞瞬间，弹击拉簧应处于自由状态，此时弹击锤

起跳点应相应于刻度尺上的“0”处，同时弹击锤应在相应于刻度尺上的“100”处脱钩，也即在“0”处起跳。试验表明，当弹击拉簧的工作长度、拉伸长度及弹击锤的起跳点不符合以上规定的要求，即不符合回弹仪工作的标准状态时，则各仪器在同一试块上测得的回弹值的极差高达 7.82 分度值，调为标准状态后，极差为 1.72 分度值。

3 1.05kg 钢钻重量不包含钢钻底座上的橡胶套重量。M225 型回弹仪使用前后需同时满足 1.05kg 和 16.0kg 钢钻对应的率定值要求，目的是解决回弹值在常用区间段回弹结果的稳定性。另外，由于质量 1.05kg 的钢砧尚无相关计量检定要求，因此仅用于 M225 型回弹仪检定、校准周期内仪器标准状态的率定检查和常用区间段内仪器稳定性的率定核查，不适用于回弹仪的检定和校准。

5 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。如数字回弹仪不保留人工直读示值系统，检测单位或操作人员将难以及时发现和判断数字回弹仪采样系统的故障，极易造成检测结果错误，严重时 will 影响被测建筑物的安全性判断。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。

3.1.4 回弹仪使用环境温度异常时，对其性能有影响，需规定其使用时的环境温度。

3.2 检定和校准

3.2.1 检定或校准混凝土回弹仪的单位应由主管部门授权，并按照国家计量检定规程《回弹仪》JJG817 进行。开展检定或校准工作要备有回弹仪检定器、拉簧刚度测量仪等设备。

目前，回弹仪生产不能完全保证每台新回弹仪均为标准状态，

因此新回弹仪在使用前必须检定或校准。回弹仪检定或校准期限为半年，这样规定比较符合我国目前使用回弹仪的情况。

3.2.2 率定试验前，应先在钢砧上弹击数次，让仪器“预热”，待弹击结果稳定后，再开始率定试验。因此建议最初 2 次率定数据不记录，从第 3 次数据开始记录。率定试验过程中，操作人员和回弹仪方向应保持不变，仅旋转弹击杆，每次旋转 90°。

3.2.3 钢砧的钢芯硬度和表面状态会随着弹击次数的增加而变化，本次新增 1.05kg 钢砧质量变化对率定值影响较大，故规定钢砧应每两年检定或校准一次。

3.3 保养

3.3.1 分别采用 6 个回弹仪在实体工程中进行单次连续 960 次、1920 次、2880 次、3840 次、4800 次、5760 次、6720 次疲劳试验。试验结果表明，单次连续 6720 次弹击，使用前后率定值偏差最大为 0.3，单个率定值均在 80 ± 2 允许偏差内。此外考虑到目前的回弹仪精密程度和密封性较以前有较大提高，回弹仪内部也可以长时间保持较高的清洁度，因此将回弹次数提高到 6000 次再保养，能满足技术和日常使用要求。

3.3.2 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。各零部件清理完后，不能在指针轴上抹油，否则，使用中由于指针轴的油污垢，将使指针摩擦力变化，直接影响检测结果。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修手册，应按该手册的要求进行维护和保养。

3.3.3 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。目前市场上有部分回弹仪采用不可拆卸锂电池，应定期检查电池情况，避免长期不用时因缺电损坏仪器。

4 检测技术

4.1 一般规定

4.1.1 本条规定了回弹法检测泵送混凝土抗压强度时，需包含的资料。

4.1.2 当采用回弹法检测蒸养预制构件混凝土抗压强度时，本条规定了需包含的资料。蒸养预制构件是由专业厂家生产，蒸养时间随季节变化进行调整，但构件出厂编码是唯一性的。

4.1.3 本条是为了保证在使用中及时发现和纠正回弹仪的非标准状态。当使用前发现率定值不符合本规程第 3.1.3 条的要求时，不得使用该仪器；当使用后发现率定值不符合本规程第 3.1.3 条的要求时，则应对检测结果进行复核。

4.1.4 混凝土抗压强度分单个构件检测或按批量检测。混凝土龄期相近，指的是混凝土最大龄期与最小龄期的差值占最小龄期的百分比小于 15%，即属于龄期相近的混凝土。

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抗压强度数据，故规定：按批进行检测的构件，抽检构件数量不得少于同批构件总数的 30% 且构件数量不得少于 10 个。当检测批构件数量过多时，抽检构件数量可按照现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定进行抽样。当检验批构件数量大于 30 个且不需要提供单个构件推定强度时，每个构件的测区数量可适当减少，但不应少于 5 个。目的是为了减少检测工作量。

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。

4.1.5 某一方向尺寸不大于 4.5m 且另一方向尺寸不大于 0.3m 时，作为是否需要 10 个测区数的界线。如果还按 10 个测区，检测工作量太大，可以适当减少测区数量，但不得少于 5 个测区。

检测构件布置测区时，测区宜均匀布置，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。

对梁、柱、墙类混凝土构件和蒸养预制混凝土构件试验研究时，回弹仪是处在水平方向弹击试块浇筑侧面制定回归测强曲线的。布置测区时，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。

对板类混凝土构件试验研究时，回弹仪是处在垂直向上弹击试块浇筑底面制定测强曲线的。

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，不可将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。

对弹击时产生颤动的薄壁、小型预制构件，应进行固定，否则检测误差可能会增大。

对大型构件可能分次分阶段浇筑混凝土，可根据实际情况将一个构件划分为若干个检测段，分段进行强度推定，但应对检测分段情况和测区布置情况进行记录和说明。

4.1.6 标注测区在构件上的位置和编号，记录外观质量，例如蜂窝、麻面、裂缝等，目的是以备推定和分析处理构件混凝土抗压强度时参考。

4.2 回弹值测量

4.2.1 检测时应注意回弹仪的轴线应始终垂直于混凝土检测面，并且缓慢施压不能冲击，否则回弹值读数不准确。建议回弹时每次弹击时间间隔大于 1s，确保实验数据的准确性。

4.2.2 经比对研究发现，12 点平均回弹值(去掉 1 个最大 1 个最小)与 16 点平均回弹值(去掉 3 个最大 3 个最小)的差值平均值几乎为 0，差值整体呈正态分布，正负偏差均小于 2 个回弹值，其中差值在 1 个回弹值内的占比达 90% 以上。此外山东、广西、云南等地的地方规程均已调整为测试 12 个回弹值。

测点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较大。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。

4.3 回弹值计算

4.3.1 本条规定的测区平均回弹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。

4.4 泵送混凝土碳化深度值测量

4.4.1 本规程附录 A、附录 B 和附录 C 中测区混凝土抗压强度换算值是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，可能预示该结构构件混凝土抗压强度不均匀，因此要求每一测区应分别测量碳化深度值。

4.4.2 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。因此建议从孔洞内滴入酚酞酒精溶液 30 分钟后开始测量。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抗压强度的准确性，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测量仪器。

每个碳化测量点在不同方向的碳化深度可能不同，建议在有代表性的、间隔 120° 的 3 个方向测量 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。

4.5 泵送混凝土碳化深度值取值

4.5.1 取碳化测点上的不同部位测量 3 次结果的平均值为测区碳化深度值，每次的碳化深度测量结果需均精确至 0.25 mm。

4.5.2 当构件中代表性测区碳化深度值的极差不大于 2.0mm 时，取代表性测区碳化深度值的平均值做为该构件的碳化深度值。当构件中代表性测区碳化深度值的极差大于 2.0mm 时，可能预示着该构件的混

凝土抗压强度不均匀，因此要求每一个测区均需要测量碳化深度值，此时测区碳化深度值应精确至 0.5mm。

4.5.3 浙江省碎石泵送混凝土回弹测强曲线数据共有 11455 组，碳化深度值最大达 14.0mm，超过 6mm 数据 267 个。本测强曲线是把碳化深度值超过 6.0mm 取 6mm，按最小二乘法的原理，用幂函数方程进行回归计算得出的，因此规定碳化深度超过 6.0mm 取 6mm 的要求。

4.5.4 对于混凝土龄期 365 天内的新建工程，由于装配式混凝土结构混凝土浇筑时使用铝模作为模板，编制组按行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23-2024 表 5.2.4 的规定，对碳化深度限值与不限值时，梁、柱、墙类构件混凝土回弹测强与芯样强度比较进行了误差验证试验，详见表 4-1。

表 4-1 碳化深度限值与不限值时回弹测强与芯样强度比较误差验证结果

验证单位	验证组数 (组)	按碳化深度实 测值计算强度	按碳化深度 限值计算强 度	混凝土 龄期(d)	强度段 (MPa)	模板
		平均相对误差 $\delta(\pm\%)$				
杭州方汇建设 工程检测有限 公司	54	9.12	8.95	141-165	25.7-53.4	铝模
浙江意诚检测 有限公司	37	6.61	7.57	45-268	21.7-42.7	木模
桐庐鸿基源混 凝土有限公司	8	8.78	9.10	55-66	34.5-39.5	木模
浙江方远新材 料股份有限公 司	12	7.48	8.33	342	42.7-51.8	木模
	20	9.53	11.39	89	37.3-57.7	木模
	30	9.63	10.77	93	36.9-55.8	木模
杭州方汇建设 工程检测有限 公司	6	10.86	13.41	150-231	26.7-48.3	木模
龙游鑫业混 凝土有限公司	13	15.56	18.14	188-254	32.7-49.9	木模

由表 4-1 可知，对装配式混凝土结构采用铝模浇筑的混凝土回弹测强与混凝土芯样强度比较，通过碳化深度限值后的强度误差要小于碳化深度不限值的强度误差。而采用木模浇筑的混凝土回弹测强，其碳化深度限值后的强度误差要大于碳化深度不限值的强度误差，说明限值后误差反而增大。

对 94 组板类混凝土构件底面向上回弹值、试块抗压强度值、碳化深度值数据，按碳化深度限值与不限值计算测强误差，详见表 4-2。由表 4-2 可见，碳化深度限值后的测强误差增大。

表 4-2 按底面向上回弹泵送混凝土碳化深度限值与不限值误差

验证组数 (组)	碳化深度实测值计算	碳化深度限值计算	混凝土龄 期(天)	强度段 (MPa)
	平均相对误差 $\delta(\pm\%)$			
94	11.56	14.37	14-184	21.0-56.6

因此，本规程规定采用铝模立模浇筑的混凝土回弹测强时，参照行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23-2024 表 5.2.4 的规定取碳化深度限值。而对木模立模浇筑的混凝土回弹测强时，按实测碳化深度取值。

5 混凝土抗压强度计算

5.1 泵送混凝土

5.1.1 本条规定了浙江省碎石泵送混凝土抗压强度换算方法适用的条件。卵石泵送混凝土抗压强度段沿用 2008 版省规程(10.0~60.0)MPa 范围。对梁、柱、墙类碎石泵送混凝土测强曲线增加了 2178 组试验数据,采用了全省 11 个地区 30 家单位试验的合计 11455 组数据,按最小二乘法的原理,用幂函数方程进行回归计算,碳化深度超过 6.0mm 时取 6mm,其幂函数回归曲线方程为:

$$f_{cu,i}^c = 0.074613R_m^{1.755565} 10^{(-0.010958d_m)}$$

其相关系数(r)为 0.913,平均相对误差(δ)为 $\pm 11.38\%$,相对标准差(e_r)为 14.90%。其中强度段为 (15.0~60) MPa 的平均相对误差(δ)为 $\pm 11.46\%$,相对标准差(e_r)为 14.94%,均符合行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23-2024 中“地区测强曲线平均相对误差(δ)不应大于 $\pm 14.0\%$,相对标准差(e_r)不应大于 17.0%”的规定。按碎石泵送混凝土测强曲线计算的不同强度段误差详见表 5-1。

表 5-1 侧面水平回弹泵送混凝土不同强度段测强误差

强度范围 (MPa)	平均相对误差 δ ($\pm\%$)	相对标准差 e_r (%)	总数据量 (个)	正误差数量 (个)	负误差数量 (个)
15.0~20.0	24.39	29.75	276	72	204
20.1~25.0	19.27	22.84	600	120	480
25.1~30.0	12.86	15.87	1110	307	803
30.1~40.0	9.43	11.98	2150	822	1328
40.1~50.0	9.84	12.41	2568	1417	1151
50.1~60.0	10.83	14.27	2128	1252	876
60.1~70.0	10.92	14.66	1782	987	795
70.1~80.0	11.52	14.95	842	574	168
15.0~60.0	11.46	14.94	8832	3990	4842

对板类泵送混凝土,通过 225 型回弹仪向上弹击混凝土试块浇筑

底面，修订编制完成的行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23-2024 测强曲线如下：

$$f_{cu,i}^c = 0.02444R_m^{1.9840} 10^{(-0.0223d_m)}$$

其相关系数 (r) 为 0.817，平均相对误差 (δ) 为 ±12.07%，相对标准差 (e_r) 为 15.68%。

编制组试验的 441 组试验数据，按此曲线方程计算不同强度段误差，详见表 5-2。由表 5-2 可见，强度越低测强误差越大，强度越高测强误差越小。

表 5-2 底面向上回弹泵送混凝土不同强度段测强误差

强度范围 (MPa)	平均相对误差 δ (±%)	相对标准差 e _r (%)	总数据量 (个)	正误差数量 (个)	负误差数量 (个)
19.7~60.0	10.58	13.16	429	141	288
19.7~30.0	15.93	17.40	92	7	85
29.9~40.0	11.65	14.43	86	13	73
39.9~50.0	9.00	11.66	166	67	99
49.9~60.0	6.80	8.78	85	54	31

5.1.2 本条是浙江省回弹法检测泵送混凝土抗压强度换算值查表要求。梁、柱、墙类碎石泵送混凝土回弹强度推定值与芯样强度验证试验误差比较，详见表 5-3。

表 5-3 泵送混凝土回弹测区强度换算值与芯样强度验证试验误差比较

验证单位	验证组数(组)	平均相对误差 δ(±%)	相对标准差 e _r (%)	混凝土龄期(d)	强度段 (MPa)	模板
杭州方汇建设工程有限公司检测有限公司	54	9.03	11.94	141-165	25.7-53.4	铝模
浙江意诚检测有限公司	80	6.69	9.28	40-268	21.7-59.5	木模
桐庐鸿基源混凝土有限公司	12	7.87	10.34	55-66	29.7-48.7	
浙江省建材集团有限公司	4	12.23	14.77	35-80	42.6-63.9	
浙江方远新材料股份有限公司	94	13.64	16.42	89-342	35-57.7	
龙游鑫业混凝土有限公司	15	16.17	17.82	188-254	32.7-49.9	
杭州方汇建设工程有限公司检测有限公司	18	17.87	20.39	150-231	26.7-48.3	

5.1.3 本条明确指出不适用于回弹法检测泵送混凝土抗压强度曲线的情况。泵送混凝土粗集料最大公称粒径大于 40mm 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，目前尚无试验资料，因此规定对曲率半径小于 250mm 的构件一律不能采用该测强曲线。混凝土表面湿度、浸水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。高温混凝土的回弹检测尚无研究资料，也不能按该测强曲线检测。

5.1.4 本条是测区混凝土抗压强度平均值及标准差的计算方法。在计算标准差时应精确至 0.01MPa，否则会因二次数据修约而增大计算误差。

5.1.5 当测区数量 ≥ 10 个时，为了保证构件的混凝土抗压强度满足 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。

对梁、柱、墙类碎石泵送混凝土检测批强度推定时，编制组按某一测区强度换算值大于 60.0MPa 取 60.0MPa，及按规程测强曲线进行外推至 70.0MPa，同时与测区混凝土芯样强度比较，计算测强误差，详见表 5-4。结果发现回弹强度换算值外推至 70MPa 后的误差大于取 60MPa 的误差。

表 5-4 回弹测区强度换算值大于 60MPa 取 60MPa 与外推至 70MPa 强度误差比较

验证组数 (组)	强度换算值大于 60.0MPa 取 60MPa	强度换算值大于 60.0MPa 外推至 70MPa	混凝土龄期(d)	强度段 (MPa)
	平均相对误差 $\delta(\pm\%)$			
26	9.77	15.29	309	42.2-69.7

对卵石泵送混凝土检测批强度推定时，因我省卵石使用量已经很少，如有，其设计强度也较低，因此本规程规定某一测区强度换算值大于 60.0MPa 时，也取 60MPa。

另外现龄期混凝土构件强度推定值，相当于同条件养护标准尺寸试件强度值，不等同于标准养护 28d 所得的标准试件抗压强度值。混凝土抗压强度的检验评定需按现行国家标准《混凝土抗压强度检验评定标准》GB/T 50107 进行。

5.1.6 本条规定对按检测批检测的构件推定强度，应满足规定的不同强度平均值对应的标准差。不能满足时，该批构件应全部按单个构件

进行强度推定。

如一检测批构件的混凝土抗压强度平均值小于 25.0 MPa, 标准差大于 4.50 MPa 以及平均值在(25.0~60.0)MPa 范围内, 标准差大于 5.50 MPa, 说明该批构件的标准差过大, 已有某些系统误差因素起作用, 例如构件不是同一强度等级, 龄期差异较大等, 因此不能按批进行推定。

5.1.7 对泵送混凝土, 一般超过 28 天龄期的立方体混凝土试块工程现场保存较少。因此本规程规定, 当检测条件与本规程第 5.1.1 条和 5.1.2 条的适用条件有较大差异时, 或对回弹检测结果有怀疑时, 采用在构件上钻取的混凝土芯样对测区混凝土抗压强度换算值进行修正。

芯样强度计算时, 不同的规格修正会带来新的误差, 因此规定芯样的直径宜为 100mm, 高径比为 1。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。每个测区仅取一个芯样, 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值。芯样的钻取、加工、计算可参照《钻芯法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 384-2016 的规定执行。

由于修正系数法既修正强度值, 又修正强度标准差, 还能看出钻芯强度与强度换算间的相关性好坏; 修正系数大于 1 时, 采用修正系数法计算出的标准差会大于修正量法计算出的标准差, 反之则小; 泵送混凝土抗压强度越高相应的标准差也大, 而修正量法不能体现这一规律。因此本规程沿用了修正系数法。表 5-5 是编制组分别用修正系数法和修正量法计算出的四个不同工程的构件强度推定值。

表 5-5 不同取芯修正方法混凝土抗压强度批量推定值

工程名称	修正方法	设计等级	龄期 (d)	混凝土抗压强度换算值 (MPa)			混凝土抗压强度批量推定值 (MPa)
				测区平均值	测区标准差	测区最小值	
工程 1	修正系数	C30	185	22.2	2.93	15.5	17.4
	修正量	C30	185	23.3	4.51	12.9	15.9
工程 2	修正系数	C30	185	19.7	1.76	16.1	16.8
	修正量	C30	185	19.9	2.64	14.6	15.6
工程 3	修正系数	C30	185	34.6	3.11	28.4	29.5
	修正量	C30	185	34.7	3.46	27.8	29.0

工程 4	修正系数	C30	221	36.3	3.08	30.3	31.2
	修正量	C30	221	36.3	2.99	30.4	31.4

5.1.8 对于钻芯造成构件混凝土破损,可采用高于构件混凝土抗压强度一个强度等级的高强无收缩灌浆料修补。高强无收缩灌浆料具有早强、高强、自流动、自密实、无收缩等特点,方便工程现场快速修复,质量稳定。如果钢筋切断,应采用补焊等方法进行修补,以确保结构安全。

5.1.9 浙江省回弹法检测泵送混凝土抗压强度原始记录和检测报告可按此格式填写。

5.2 蒸养预制构件混凝土

5.2.1 本条规定了浙江省蒸养预制构件混凝土抗压强度换算方法适用的条件。

为了加速预制构件混凝土早期强度增长,提高厂家库存周转率,装配式预制构件生产厂家对浇筑后的预制构件混凝土采用蒸养工艺。

蒸养预制构件混凝土测强曲线采用了全省 3 家装配式预制构件生产厂家试验的 915 组数据,混凝土龄期为(1-180)天,按最小二乘法的原理,用幂函数方程进行回归计算。由于龄期不超过 180 天,混凝土碳化深度值较小,对回弹值的影响也较小,在不考虑碳化深度值的情况下,其幂函数回归曲线方程为:

$$f_{cu,i}^c = 0.1050R_m^{1.6618}$$

其相关系数(r)为 0.917,平均相对误差(δ)为 $\pm 8.88\%$,相对标准差(e_r)为 12.09%。其中强度段为(15.0~60)MPa 的平均相对误差(δ)为 $\pm 8.40\%$,相对标准差(e_r)为 11.32%,均符合行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T23-2024 中“地区测强曲线平均相对误差(δ)不应大于 $\pm 14.0\%$,相对标准差(e_r)不应大于 17.0%”的规定。

5.2.2 本条是浙江省回弹法检测蒸养预制构件混凝土抗压强度换算值查表要求。蒸养预制构件混凝土测强曲线不同强度段误差详见表 5-6。

表 5-6 按蒸养预制构件混凝土测强曲线计算的不同强度段误差

强度范围 (MPa)	平均相对误差 δ ($\pm\%$)	相对标准差 e_r (%)	总数据量 (个)	正误差数量 (个)	负误差数量 (个)
14.6~20.0	12.43	16.76	14	13	1
20.1~30.0	7.98	11.00	133	36	97
30.1~40.0	8.55	10.70	224	80	144
40.1~50.0	8.33	11.11	237	126	111
50.1~60.0	8.41	11.99	275	146	129
60.1~67.5	21.54	25.23	32	27	5
15.0~60.0	8.40	11.32	883	289	494

5.2.3 本条同本规程条文说明第 5.1.3 条解释。

5.2.4 本条同本规程条文说明第 5.1.4 条解释。

5.2.5 本条同本规程条文说明第 5.1.5 条中碎石泵送混凝土的解释。

5.2.6 本条同本规程条文说明第 5.1.6 条解释。

5.2.7 对蒸养预制构件混凝土，由于是工厂化生产，超过 28 天龄期的立方体混凝土试块可能还有保存。表 5-7 是蒸养预制构件混凝土回弹测强与同条件试块强度误差比较。由表 5-7 可知验证结果，误差很小。

表 5-7 预制构件回弹测强与同条件试块强度误差比较

验证单位	验证组数 (组)	平均相对误差 δ ($\pm\%$)	相对标准差 e_r (%)	混凝土龄期(d)
浙江建材集团有限公司	5	2.57	6.89	1~60
华临绿建科技股份有限公司	25	4.53	7.12	1~28
锦萧新材料科技(浙江)股份有限公司	19	8.70	11.60	1~60

但装配式建筑工程现场，超过 28 天长龄期的蒸养预制构件混凝土试块保留的可能性较小。因此本规程规定，当检测条件与本规程第 5.2.1 条和 5.2.2 条的适用条件有较大差异时，或对回弹检测结果有怀疑时，还是采用在构件上钻取混凝土芯样对测区混凝土抗压强度换算值修正的方式。

5.2.8 本条同本规程条文说明第 5.1.8 条解释。

5.2.9 浙江省回弹法检测蒸养预制构件混凝土抗压强度原始记录和检测报告可按此格式填写。