

UDC

中华人民共和国行业标准

**TB**

P

**TB 10426 — 2019**  
**J 342 — 2019**

# 铁路工程结构混凝土强度检测规程

**Inspection Specification for Structure Concrete  
Strength of Railway Engineering**

2019-04-18 发布

2019-08-01 实施

国 家 铁 路 局 发 布

# 国家铁路局关于发布铁道行业标准的公告

(工程建设标准 2019 年第 1 批)

国铁科法〔2019〕19 号

现公布《铁路工程地质勘察规范》(TB 10012—2019)等 8 项铁路工程建设标准(详见附表 1),自 2019 年 8 月 1 日起实施。《铁路工程地质勘察规范》(TB 10012—2007)等 7 项铁路工程建设标准(详见附表 2)同时废止。

以上标准由中国铁道出版社出版发行。

附表 1 新发布标准目录

序号	标准名称	标准编号
1	铁路工程地质勘察规范	TB 10012—2019
2	铁路工程岩土分类标准	TB 10077—2019
3	铁路瓦斯隧道技术规范	TB 10120—2019
4	铁路工程基桩检测技术规程	TB 10218—2019
5	铁路工程爆破振动安全技术规程	TB 10313—2019
6	铁路建设工程监理规范	TB 10402—2019
7	铁路工程结构混凝土强度检测规程	TB 10426—2019
8	客货共线铁路工程动态验收技术规范	TB 10461—2019

附表 2 废止标准目录

序号	标准名称	标准编号
1	铁路工程地质勘察规范	TB 10012—2007
2	铁路工程岩土分类标准	TB 10077—2001
3	铁路瓦斯隧道技术规范	TB 10120—2002
4	铁路工程基桩检测技术规程	TB 10218—2008
5	铁路建设工程监理规范	TB 10402—2007
6	铁路工程结构混凝土强度检测规程	TB 10426—2004
7	客货共线铁路工程竣工验收动态检测指导意见	铁建设[2008]133号

国家铁路局

2019年4月18日

## 前 言

《铁路工程结构混凝土强度检测规程》规范了铁路工程结构混凝土抗压强度的检测技术和方法,为提高检测水平、保证检测质量提供重要技术支撑。在全面总结铁路工程结构混凝土强度检测实践经验和科研成果的基础上,本次对《铁路工程结构混凝土强度检测规程》TB 10426—2004进行了全面修订。

本规程共分9章,包括总则、术语和符号、基本规定、钻芯法、回弹法、超声回弹综合法、拔出法、同条件养护试件法、射钉法,另有17个附录。

本次修订的主要技术内容如下:

1. 明确了钻芯法标准芯样试件的具体要求,修订了芯样试件端面平整度的允许偏差。
  2. 修订了单个构件及局部区域混凝土强度推定值的确定方法。
  3. 增加了批量检测混凝土强度推定值的确定方法。
  4. 修订了不同标称动能回弹仪的适用范围,增加了混凝土回弹测区强度换算表。
  5. 修订了超声回弹综合法的适用范围,测区换算值从50 MPa扩大至100 MPa。
  6. 明确了拔出法的适用范围,增加了预埋拔出法的相关规定。
  7. 修订了同条件养护试件法的等效养护龄期和强度换算系数。
  8. 增加了射钉法检测喷射混凝土强度的相关规定。
- 在执行本规范过程中,希望各单位结合工程实践,总结经验,

积累资料。如发现需要修改和补充完善之处,请及时将意见和有关资料寄交中铁二十局集团有限公司(西安市太华北路89号,邮政编码:710016),并抄送中国铁路经济规划研究院有限公司(北京市海淀区北蜂窝路乙29号,邮政编码:100038),供今后修订时参考。

本规程由国家铁路局科技与法制司负责解释。

主编单位:中铁二十局集团有限公司。

参编单位:中铁四局集团有限公司、中铁十二局集团有限公司。

主要起草人:廖太昌、吴应明、高策、曹万玲、黄直久、周勇政、袁杰、蔡小平、吴崇贤、杨文萃、郭张锋、李洁勇、谷炼平、杨阳、章国辉、李昌俸、帖锋斌、赵年全、王克剑、廖引乾、孙小田、张玉海。

主要审查人:李化建、薛吉岗、刘燕、余鹏、陈良江、杨鹏健、马慧君、高金喜、马永强、柳墩利、田扬、张向礼、刘海东、屠海峰、桂婵、吴晔、付兆刚、欧阳华林、向守元、李小阳。

本规范的历次版本发布情况:《铁路工程结构混凝土强度检测规程》TB 10426—2004。

## 目次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 基本规定	5
4 钻芯法	6
4.1 一般规定	6
4.2 主要仪器	7
4.3 芯样钻取及加工	7
4.4 芯样试件强度试验	9
4.5 混凝土强度换算及推定	9
5 回弹法	12
5.1 一般规定	12
5.2 主要仪器	13
5.3 回弹法检测	14
5.4 混凝土强度换算及推定	15
6 超声回弹综合法	20
6.1 一般规定	20
6.2 主要仪器	20
6.3 超声回弹法检测	21
6.4 混凝土强度换算及推定	22
7 拔出法	25
7.1 一般规定	25
7.2 主要仪器	26

7.3	后装拔出法检测	27
7.4	预埋拔出法检测	28
7.5	混凝土强度换算及推定	29
8	同条件养护试件法	32
8.1	一般规定	32
8.2	同条件养护试件的留置和养护	32
8.3	等效养护龄期	32
8.4	混凝土强度换算	33
9	射钉法	34
9.1	一般规定	34
9.2	主要仪器	34
9.3	射钉法检测	35
9.4	混凝土强度换算及推定	35
附录 A	钻芯法检测现场操作记录表	37
附录 B	钻芯法检测推定区间系数表	38
附录 C	回弹法非水平方向及不同浇筑面检测的修正值	40
附录 D	回弹法专用测强曲线的制定方法	43
附录 E	回弹法混凝土测区强度换算表(标称动能 2.207 J)	45
附录 F	回弹法泵送混凝土测区强度换算表 (标称动能 2.207 J)	54
附录 G	回弹法测区混凝土强度换算表 (标称动能 4.5 J 和 5.5 J)	62
附录 H	回弹法混凝土强度检测记录和报告	64
附录 J	回弹法测强曲线的验证方法 (标称动能 4.5 J 和 5.5 J)	67
附录 K	空气中超声波声速测试方法	68
附录 L	超声回弹综合法专用或地区测强曲线的制定方法	69
附录 M	超声回弹综合法测强曲线的验证方法	72
附录 N	超声回弹综合法测区混凝土强度换算表	73

附录 P	拔出法测强曲线的制定方法	119
附录 Q	同条件养护试件法养护温度记录表	121
附录 R	射钉法专用测强曲线的制定方法	122
附录 S	射钉法混凝土强度检测记录和报告	124
	本规程用词说明	126
	《铁路工程结构混凝土强度检测规程》条文说明	127

## 1 总 则

- 1.0.1 为规范铁路工程结构混凝土抗压强度(简称结构混凝土强度)的检测技术和方法,保证检测质量,制订本规程。
- 1.0.2 本规程适用于铁路工程结构混凝土强度检测。
- 1.0.3 结构混凝土强度检测前应根据检测目的、结构类型、结构状态、结构所处环境条件等选用适宜的检测方法。
- 1.0.4 从事结构混凝土强度检测的单位应具备相应的资质,人员应经过培训,具备相应的能力。
- 1.0.5 结构混凝土强度检测除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 结构混凝土强度 compressive strength of structure concrete

对现浇混凝土结构或预制混凝土构件实体按规定的方法进行检测所得出的混凝土强度值。

#### 2.1.2 批量检测 batch inspection

将混凝土强度等级、配合比、生产工艺、养护条件等相同的一定数量的结构或构件作为批量进行检测。

#### 2.1.3 标准芯样试件 standard core specimen

抗压芯样试件的取芯质量符合要求,且公称直径为 100 mm,高径比( $H/d$ )为 1 的混凝土圆柱体。

#### 2.1.4 混凝土强度换算值 conversion value for compressive strength of concrete

检测值通过某种换算关系换算成相当于被测结构物所处条件及龄期下、边长为 150 mm 混凝土立方体试件的抗压强度值。

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

相应于混凝土抗压强度换算值总体分布中保证率不低于 95% 的强度值。

#### 2.1.6 测区 test area

检测结构或构件混凝土抗压强度时的一个检测单元。

#### 2.1.7 测点 test point

测区内的检测点。

#### 2.1.8 超声回弹综合法 ultrasonic-rebound combined method

通过测定混凝土的超声波声速值和回弹值综合推定混凝土抗压强度的方法。

#### 2.1.9 拔出法 pullout test

通过拉拔安装在混凝土中的锚固件,测定极限拔出力,并根据预先建立的极限拔出力与混凝土抗压强度之间的关系推定混凝土抗压强度的检测方法,包括后装拔出法和预埋拔出法。

#### 2.1.10 后装拔出法 post-install pullout test

在混凝土结构或构件表面钻孔、磨槽、嵌入锚固件并安装拔出仪进行拔出法检测,测定极限拔出力,并根据预先建立的极限拔出力与混凝土抗压强度之间的关系推定混凝土抗压强度的检测方法。

#### 2.1.11 预埋拔出法 cast-in-place pullout test

对预先埋置在混凝土中的锚盘进行拉拔,测定极限拔出力,并根据预先建立的极限拔出力与混凝土抗压强度之间的关系推定混凝土抗压强度的检测方法。

#### 2.1.12 等效养护龄期 equivalent curing age

混凝土同条件养护试件达到标准条件下养护效果所需要的时间。

#### 2.1.13 射钉法 penetration method

在混凝土结构或构件表面射入测钉,根据预先建立的测钉射入深度与混凝土抗压强度之间的关系推定混凝土抗压强度的检测方法。

## 2.2 符 号

$f_{cu}^c$ ——混凝土强度换算值;

$f_{cu,i}^c$ ——第  $i$  个试件或测区的混凝土强度换算值;

$F_{c,i}$ ——第  $i$  个芯样试件抗压试验测得的破坏荷载;

$d_i$ ——第  $i$  个芯样试件的平均直径;

$m_{f_{cu}^c}$ ——混凝土强度换算值的平均值;  
 $S_{f_{cu}^c}$ ——混凝土强度换算值的标准差;  
 $f_{cu,e,c1}$ ——钻芯法混凝土抗压强度推定上限值;  
 $f_{cu,e,c2}$ ——钻芯法混凝土抗压强度推定下限值;  
 $k_1, k_2$ ——推定区间上限值系数和下限值系数;  
 $R_i$ ——第  $i$  个测点的回弹值;  
 $R_m$ ——测区平均回弹值;  
 $R_{mc}$ ——非水平状态检测时测区的平均回弹值;  
 $R_{acc}$ ——非水平状态检测时回弹值的修正值;  
 $R_m^a, R_m^b$ ——非水平状态检测混凝土浇筑顶面、底面时,测区的平均回弹值;  
 $R_a^a, R_a^b$ ——混凝土浇筑顶面、底面回弹值的修正值;  
 $d_m$ ——碳化深度平均值;  
 $f_{cu,c}$ ——混凝土强度推定值;  
 $f_{cu,min}^c$ ——测区混凝土强度换算值中的最小值;  
 $l$ ——超声测距;  
 $v$ ——测区声速值;  
 $t_m$ ——测区平均声时值;  
 $t_1, t_2, t_3$ ——测区中 3 个测点的声时值;  
 $t_0$ ——系统延迟时间;  
 $v_a$ ——修正后的测区声速值;  
 $\beta$ ——超声测试面的修正系数;  
 $\Delta_{tot}$ ——测区混凝土强度的修正量;  
 $F_d$ ——拨出力代表值;  
 $\Delta$ ——强度平均相对误差(变异系数);  
 $e_r$ ——相对标准差;  
 $L_a$ ——测区测钉射入深度平均值;  
 $L_i$ ——第  $i$  个测点的射入深度。

### 3 基本规定

#### 3.0.1 结构混凝土强度检测前应收集下列资料:

- 1 结构类型、尺寸、部位及所处环境。
- 2 设计要求的混凝土强度等级。
- 3 骨料品种、最大粒径及混凝土配合比。
- 4 混凝土浇筑、养护情况及龄期。

3.0.2 结构混凝土强度检测所用仪器设备应符合相关标准的规定,且状态良好,并应按规定进行检定或校准。

3.0.3 结构混凝土强度检测部位及所取试件应具有代表性。在实体结构检测时,应考虑钢筋、预埋件、管线等因素的影响。

3.0.4 用钻芯法与其他非破损方法综合测定结构混凝土强度时,钻芯部位应在所用非破损检测方法的测区内或测区附近。

3.0.5 因检测结构混凝土强度而破损的部位,在检测工作结束后应根据工程实际需要采取措施进行修补,修补材料应比原混凝土结构提高一个强度等级。



## 4 钻 芯 法

### 4.1 一 般 规 定

4.1.1 钻芯法适用于非预应力混凝土结构和经设计单位允许的预应力混凝土结构的强度检测。

4.1.2 钻芯法可确定单个构件或批量检测的混凝土强度推定值,也可用于对其他非破损检测方法进行验证。

4.1.3 钻芯法芯样试件钻取部位应考虑下列因素:

- 1 结构或构件受力较小的部位。
- 2 混凝土质量有代表性的部位。
- 3 便于钻芯机安放与操作的部位。
- 4 避开主筋、预埋件和管线的位置,并尽量避免其他钢筋。
- 5 钻孔中心距结构或构件边缘不宜小于 150 mm。
- 6 隧道衬砌混凝土的芯样钻取不宜破坏防水结构。

4.1.4 芯样试件宜使用标准芯样,骨料最大粒径不宜大于标准芯样直径的 1/3;当无法获得标准芯样时,可采用小直径芯样试件,但其公称直径不应小于 70 mm,且不得小于骨料最大粒径的 2 倍。

4.1.5 钻芯法批量检测混凝土强度时,取样应符合下列规定:

1 芯样试件的数量应根据批量检测的容量确定;标准芯样试件的最小样本量不宜少于 15 个,小直径芯样试件的最小样本量不宜少于 20 个。

2 芯样应从受检结构或构件中随机抽取,取芯位置应符合本规程第 4.1.3 条的要求。

4.1.6 确定单个构件或局部的混凝土强度推定值时,结合结构或构件实际情况,有效芯样数量不应少于 3 个;钻芯对工作性能影响

较大的小尺寸构件不应少于 2 个。

4.1.7 芯样试件内不宜含有钢筋。当不能满足时,每个标准芯样构件内最多只允许有 2 根直径不大于 10 mm 的钢筋,公称直径小于标准芯样的单个试件内最多只允许有 1 根直径不大于 10 mm 的钢筋,且钢筋应与芯样轴线垂直并距端面大于 10 mm。

4.1.8 钻取芯样后的结构或构件应根据工程实际需要采取措施对孔洞进行修补。

### 4.2 主 要 仪 器

4.2.1 钻芯机应符合下列规定:

1 钻芯机应具有足够的刚度,操作灵活、移动方便和便于固定,并应有水冷却系统。

2 钻头宜采用金刚石或人造金刚石薄壁钻头。钻头胎体不得有肉眼可见的裂缝、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形。

4.2.2 探测钢筋位置的定位仪应适宜现场操作,最大探测深度不应小于 60 mm,探测位置偏差不宜大于 3 mm。

4.2.3 锯切机和磨平机应具有冷却系统和夹紧芯样的装置,配套使用的人造金刚石圆锯片应有足够的刚度。

4.2.4 磨平机应保证芯样的端面平整,端面与芯样轴线应垂直。

4.2.5 取芯及加工完成后,应及时对钻芯机和芯样加工设备进行维护保养。

### 4.3 芯 样 钻 取 及 加 工

4.3.1 钻芯机应安装平稳,固定牢靠。

4.3.2 钻芯机应在安装钻头前检查主轴旋转方向,并将主轴线调整至与被钻取芯样的混凝土表面相垂直。

4.3.3 钻芯机应按使用说明书进行操作,钻芯时冷却水的流量应满足现场使用要求。

4.3.4 芯样卸取时应采取措施保证芯样完整。

4.3.5 取出的芯样应及时标记,可按本规程附录 A 中表 A 填写现场操作记录。芯样应包装完好,不得损坏。

4.3.6 采用锯切机加工芯样试件时,应将芯样固定,并使锯切平面垂直于芯样轴线。

4.3.7 锯切后的芯样应进行端面处理,宜采用双端面磨平机磨平。承受轴向压力芯样试件的端面,也可采取下列处理方法修补:

1 用水泥砂浆(水泥净浆)、聚合物水泥砂浆等材料补平,补平厚度不宜大于 4 mm。

2 用环氧胶泥、硫磺胶泥等补平时,补平厚度不宜大于 1.5 mm。

4.3.8 芯样试压前应测量试件的直径、高度、垂直度和平整度,应符合下列规定:

1 直径测量应用游标卡尺在芯样上部、中部和下部 3 个位置各测 2 次,取算术平均值作为芯样试件的直径,精确至 0.5 mm。

2 高度测量应用钢板尺或游标卡尺在不同方向测量 2 次,取平均值作为芯样试件的高度,精确至 1 mm。

3 垂直度测量应用游标万能量角器测量两个端面与轴线的夹角,取最大值作为芯样试件的垂直度,精确至 0.1°。

4 平整度测量应用钢板尺紧靠在芯样端面上,一面转动钢板尺,一面用塞尺测量钢板尺与芯样端面之间的最大缝隙。

4.3.9 芯样尺寸偏差及外观质量应符合下列规定:

1 加工后芯样试件的高径比( $H/d$ )应大于或等于 0.95 且不大于 1.05。

2 沿芯样试件高度任一直径与平均直径相差应小于 2 mm。

3 芯样试件端面平整度允许偏差在直径范围内不应大于 0.05 mm。

4 芯样试件端面与轴线垂直度的允许偏差为  $\pm 1^\circ$ 。

5 芯样应无裂缝、明显的错台和其他较大缺陷。

#### 4.4 芯样试件强度试验

4.4.1 芯样试件应在与被检测结构或构件混凝土环境基本一致的条件下进行试验,并符合下列规定:

1 当结构或构件处于干燥环境时,芯样试件应在室内自然干燥 3 d 进行试验。

2 当结构或构件处于干湿交替环境、潮湿环境时,芯样试件宜在  $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$  的清水中浸泡 40 h ~ 48 h,从水中取出后擦干表面立即进行试验。

4.4.2 芯样试件抗压强度试验的操作应按《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 中圆柱体试件抗压强度试验的规定进行。

4.4.3 芯样试件抗压强度换算值应按下式计算:

$$f_{cu,i}^e = \frac{4F_{c,i}}{\pi d_i^2} \quad (4.4.3)$$

式中  $f_{cu,i}^e$ ——第  $i$  个芯样试件混凝土抗压强度换算值(MPa),精确至 0.1 MPa;

$F_{c,i}$ ——第  $i$  个芯样试件抗压试验测得的破坏荷载(N);

$d_i$ ——第  $i$  个芯样试件的平均直径(mm)。

#### 4.5 混凝土强度换算及推定

4.5.1 采用钻芯法确定单个构件或单个构件局部区域的混凝土强度推定值时,应符合下列规定:

1 当芯样试件混凝土抗压强度最小值大于或等于设计混凝土抗压强度标准值的 85% 时,取平均值作为混凝土强度推定值。

2 当芯样试件混凝土抗压强度最小值小于设计混凝土抗压强度标准值的 85% 时,取最小值作为混凝土强度推定值。

4.5.2 批量检测混凝土强度推定值应按下列方法确定:

1 批量检测混凝土强度推定值应计算推定区间,推定区间的

上限值和下限值应按下列公式计算:

$$\text{上限值} \quad f_{\text{cu},e,c1} = m_{f_{\text{cu}}} - k_1 S_{f_{\text{cu}}} \quad (4.5.2-1)$$

$$\text{下限值} \quad f_{\text{cu},e,c2} = m_{f_{\text{cu}}} - k_2 S_{f_{\text{cu}}} \quad (4.5.2-2)$$

$$\text{平均值} \quad m_{f_{\text{cu}}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{\text{cu},i}^c}{n} \quad (4.5.2-3)$$

$$\text{标准差} \quad S_{f_{\text{cu}}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{\text{cu},i}^c - m_{f_{\text{cu}}})^2}{n-1}} \quad (4.5.2-4)$$

式中  $f_{\text{cu},e,c1}$ ——混凝土抗压强度推定上限值 (MPa), 精确至 0.1 MPa;

$f_{\text{cu},e,c2}$ ——混凝土抗压强度推定下限值 (MPa), 精确至 0.1 MPa;

$k_1, k_2$ ——推定区间上限值系数和下限值系数, 按本规程附录 B 中表 B.0.1 查取;

$S_{f_{\text{cu}}}$ ——芯样试件混凝土强度换算值的标准差 (MPa), 精确至 0.01 MPa;

$m_{f_{\text{cu}}}$ ——芯样试件混凝土强度换算值的平均值 (MPa), 精确至 0.1 MPa;

$f_{\text{cu},i}^c$ ——第  $i$  个芯样试件混凝土强度换算值 (MPa), 精确至 0.1 MPa;

$n$ ——对批量检测的结构或构件, 取被抽检构件测区数之和。

2  $f_{\text{cu},e,c1}$  和  $f_{\text{cu},e,c2}$  所构成推定区间的置信度宜为 0.90; 当采用小直径芯样试件时, 推定区间的置信度可为 0.85。  $f_{\text{cu},e,c1}$  与  $f_{\text{cu},e,c2}$  之间的差值不宜大于 5.0 MPa 和  $0.10m_{f_{\text{cu}}}$  两者中的较大值。

3  $f_{\text{cu},e,c1}$  与  $f_{\text{cu},e,c2}$  之间的差值大于 5.0 MPa 和  $0.10m_{f_{\text{cu}}}$  两者的较大值时, 可适当增加样本容量, 或重新划分检测单元, 直至满足本条第 2 款的规定。

4 当不具备本条第 3 款条件时, 不宜进行批量推定区间, 宜以  $f_{\text{cu},e,c1}$  作为批量检测混凝土强度的推定值。

4.5.3 钻芯法确定批量检测混凝土强度推定值时, 可剔除芯样试件抗压强度样本中的异常值。剔除规则应符合《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883 的规定。当确有试验依据时, 可对芯样试件抗压强度样本的标准差  $S_{f_{\text{cu}}}$  进行符合实际情况的修正或调整。

## 5 回弹法

### 5.1 一般规定

5.1.1 回弹法适用于表面质量无明显缺陷的结构或构件混凝土强度检测。

5.1.2 回弹仪应根据结构或构件混凝土强度合理选用,50 MPa 以下的混凝土宜选用标称动能为 2.207 J 的回弹仪,50 MPa 及以上的混凝土宜选用标称动能为 4.5 J 或 5.5 J 的回弹仪。

5.1.3 结构或构件混凝土强度检测可按单个检测和批量检测。批量检测抽检数量不应少于同批结构或构件总数的 50%,且抽检数量不应少于 2 件。

5.1.4 结构或构件的测区应符合下列规定:

1 每一结构或构件测区数不宜少于 10 个。

2 相邻两测区的间距应控制在 2 m 以内,测区离构件端部或施工缝边缘的距离宜控制在 0.2 m ~ 0.5 m。

3 检测时回弹仪应与受检测面垂直,测区宜选在混凝土结构或构件浇筑侧面。

4 测区宜选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,也可选在一个可测面上,且应均匀分布。在构件的重要部位及薄弱部位应布置测区,并应避免预埋件。

5 测区的面积不宜大于 0.04 m<sup>2</sup>。

6 检测面应为混凝土表面,并应干燥、清洁、平整。检测面不应有疏松层、浮浆、油垢、涂层、蜂窝、麻面,必要时可用砂轮清除并打磨平整,且不应有残留的粉末或碎屑。

5.1.5 结构或构件的测区应标有清晰的编号,必要时应在记录纸

上描述测区布置示意图和外观质量情况。

### 5.2 主要仪器

5.2.1 回弹仪应符合现行国家标准《回弹仪》GB/T 9138 的规定,且应符合下列规定:

1 在配套的洛氏硬度 HRC 为  $60 \pm 2$  的钢砧上,标称动能为 2.207 J、4.5 J 和 5.5 J 的回弹仪的率定值应分别为  $80 \pm 2$ 、 $88 \pm 2$  和  $83 \pm 1$ 。

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。

5.2.2 回弹仪使用时的环境温度宜为  $-4\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.3 回弹仪遇下列情况之一时应进行检测/校准:

1 新回弹仪启用前。

2 超过检定有效期限。

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 经常规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。

5.2.4 回弹仪在工程检测前后,应按规定作率定试验。率定试验宜在干燥、室温为  $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  的条件下进行。率定时,钢砧应稳固地平放在坚硬的地面上。弹击杆应分 4 次旋转,每次旋转宜为  $90^{\circ}$ 。测定回弹值时,取连续向下弹击 3 次回弹值的平均值。

5.2.5 回弹仪遇下列情况之一时应进行常规保养:

1 弹击次数大于 2000 次。

2 在钢砧上的率定值不合格。

3 对检测结果有怀疑。

5.2.6 回弹仪的常规保养应符合下列规定:

1 拆开维护时应先使弹击锤脱钩后取出机芯,然后卸下弹击杆,取出里面的缓冲压簧,并取出弹击锤、弹击拉簧和拉簧座。

2 机芯各零部件应进行清洗,重点清洗中心导杆、弹击锤、弹击杆的内孔和冲击面。清洗后应在中心导杆上薄薄涂抹钟表油,其他零部件均不应抹油。

3 回弹仪保养不应旋转尾盖上已定位紧固的调零螺丝,不应自制或更换零部件。

4 保养后应按本规程第 5.2.4 条的规定作率定试验。

5.2.7 回弹仪使用完毕后应使弹击杆伸出机壳,清除弹击杆、杆前端球面、刻度尺表面和机壳上的污垢、尘土。回弹仪不用时,应将弹击杆压入机壳内,待弹击后方可按下按钮锁住机芯装入仪器箱,平放在干燥阴凉处。

### 5.3 回弹法检测

5.3.1 回弹仪的纵轴线应垂直于结构或构件混凝土的检测面,缓慢施压,准确读数,快速复位。

5.3.2 测点在测区范围内宜均匀分布,相邻两测点的净距不宜小于 20 mm,测点距外露钢筋、预埋件的距离不宜小于 30 mm。测点不应在气孔或外露石子上,同一测点只应弹击一次。每一测区应记取 16 个回弹值,每一测点的回弹值读数读至 1。

5.3.3 回弹值测量完毕后,应在有代表性的位置上测量碳化深度值,测点数不应少于结构或构件测区数的 30%,取其平均值作为该结构或构件每一测区的碳化深度值。当碳化深度值极差大于 2.0 mm 时,应在每一测区测量碳化深度值。

5.3.4 碳化深度值测量,可采用适当的工具在测区表面形成直径约 15 mm 的孔洞,其深度应大于混凝土的碳化深度。孔洞中的粉末和碎屑应除净,并不应用水擦洗。同时,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,再用深度测量工具测量已碳化与未碳化深度值混凝土交界面与混凝土表面的垂直距离,测量 3 次,读数精确至 0.25 mm,取其平均值为碳化深度值,精确至 0.5 mm。

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

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_i}{10} \quad (5.3.5)$$

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。

5.3.6 非水平状态检测混凝土浇筑侧面时,应按下式修正:

$$R_m = R_{m0} + R_{aa} \quad (5.3.6)$$

式中  $R_{m0}$ ——非水平状态检测时测区的平均回弹值,精确至 0.1;

$R_{aa}$ ——非水平状态检测时回弹值的修正值,采用本规程附录 C 中表 C.0.1 修正。

5.3.7 水平状态检测混凝土浇筑顶部或底面时,应按下式修正:

$$R_m = R_m^t + R_a^t \quad (5.3.7-1)$$

$$R_m = R_m^b + R_a^b \quad (5.3.7-2)$$

式中  $R_m^t, R_m^b$ ——水平状态检测混凝土浇筑顶部、底面时,测区的平均回弹值,精确至 0.1;

$R_a^t, R_a^b$ ——混凝土浇筑顶部、底面回弹值的修正值,采用本规程附录 C 中表 C.0.2 修正。

5.3.8 当测试面为非混凝土的浇筑侧面,且检测时回弹仪为非水平状态,应先按本规程附录 C 中表 C.0.1 对回弹值进行角度修正,再按本规程附录 C 中表 C.0.2 对修正后的回弹值进行浇筑面修正。

### 5.4 混凝土强度换算及推定

5.4.1 混凝土强度换算值可采用以下三类测强曲线计算:

1 统一测强曲线由全国有代表性的材料、成型养护工艺配制的混凝土试件,通过试验所建立的曲线。其允许的强度平均相对误差  $\delta$  不应超过  $\pm 15.0\%$ ,相对标准差  $e_r$  不应大于 18.0%。

2 地区测强曲线由本地区常用的材料、成型养护工艺配制的混凝土试件,通过试验所建立的曲线。其允许的强度平均相对误差  $\delta$  不应超过  $\pm 14.0\%$ ,相对标准差  $e_r$  不应大于  $17.0\%$ 。

3 专用测强曲线由与结构或构件混凝土相同的材料、成型养护工艺配制的混凝土试件,通过试验所建立的曲线。其允许的强度平均相对误差  $\delta$  不应超过  $\pm 12.0\%$ ,相对标准差  $e_r$  不应大于  $14.0\%$ 。

4 平均相对误差  $\delta$  和相对标准差  $e_r$  的取得和计算过程应符合本规程附录 D 的规定。

5 测强曲线应按专用测强曲线、地区测强曲线、统一测强曲线的次序选用。

5.4.2 地区和专用测强曲线应与制定该类测强曲线条件相同的混凝土相适应,不应超出该类测强曲线的适用范围。每半年应抽取一定数量的同条件试件进行校核,当发现有显著差异时,不应继续使用,并及时查找原因。

5.4.3 符合下列条件的混凝土应选用本规程附录 E 至附录 G 进行测区混凝土强度换算:

- 1 混凝土采用的原材料符合现行铁路行业有关标准。
- 2 入模混凝土的含气量不大于  $5.0\%$ 。
- 3 采用普通成型工艺。
- 4 自然养护龄期为  $14\text{ d} \sim 1000\text{ d}$ 。

5 蒸气养护出池后经自然养护  $7\text{ d}$  以上,且混凝土表面为干燥状态。

- 6 抗压强度为  $10\text{ MPa} \sim 100\text{ MPa}$ 。

5.4.4 当有下列情况之一时,测区混凝土强度值不应按本规程附录 E 至附录 G 换算,可制定专用测强曲线或通过试验进行修正,专用测强曲线的制定方法应符合本规程附录 D 的有关规定:

1 粗骨料最大公称粒径大于  $60\text{ mm}$  的非泵送混凝土,粗骨料最大公称粒径大于  $31.5\text{ mm}$  的泵送混凝土。

2 采用特种成型工艺。

3 检测部位曲率半径小于  $250\text{ mm}$ 。

4 表面潮湿的混凝土。

5.4.5 结构或构件第  $i$  个测区混凝土强度换算值  $f_{cu,i}^c$  的计算应符合下列规定:

1 符合本规程第 5.4.3 条规定的混凝土强度换算值可按本规程附录 E 查表得出。

2 泵送混凝土制作的 结构或构件混凝土强度换算值应按本规程附录 F 查表得出。

3 采用 4.5 J 或 5.5 J 的回弹仪检测混凝土强度时,按本规程附录 J 验证后,其换算值应按本规程附录 G 中表 G.0.1 或表 G.0.2 查表得出。

4 当有地区测强曲线或专用测强曲线时,混凝土强度换算值应按地区测强曲线或专用测强曲线换算得出。

5.4.6 结构或构件的测区混凝土强度平均值应根据各测区的混凝土强度换算值计算。当测区数为 10 个及以上时,应计算强度标准差 ( $S_{f_{cu}}$ )。平均值及标准差应按下列公式计算:

$$m_{f_{cu}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c}{n} \quad (5.4.6-1)$$

$$S_{f_{cu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{f_{cu}})^2}{n-1}} \quad (5.4.6-2)$$

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

$n$ ——对于单个检测的构件,取一个构件的测区数,对批量检测的构件,取被抽检构件测区数之和;

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

5.4.7 当结构混凝土所用材料与制定测强曲线时混凝土所用材料有较大差异时,应用同条件混凝土立方体试件或从结构或构件钻取的混凝土芯样进行修正,试件或芯样数量不应小于6个。计算时,测区混凝土强度修正量及测区混凝土强度换算值的修正应符合下列规定:

1 修正量应按下式计算:

$$\Delta_{\text{tot}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cu},i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{\text{cu},i}^c \quad (5.4.7-1)$$

式中  $\Delta_{\text{tot}}$ ——测区混凝土强度修正量,精确至0.1 MPa;

$f_{\text{cu},i}$ ——第*i*个混凝土立方体试件(以边长为150 mm计)抗压强度值,或第*i*个混凝土芯样试件(以 $\phi 100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 计)抗压强度值,精确至0.1 MPa;

$f_{\text{cu},i}^c$ ——对应于第*i*个混凝土立方体试件或芯样试件抗压强度换算值,精确至0.1 MPa;

*n*——试件或芯样个数。

2 测区混凝土强度换算值应按下式计算:

$$f_{\text{cu},it}^c = f_{\text{cu},it}^c + \Delta_{\text{tot}} \quad (5.4.7-2)$$

式中  $f_{\text{cu},it}^c$ ——第*i*个测区修正前的混凝土强度换算值(MPa),精确到0.1 MPa;

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

5.4.8 结构或构件的混凝土强度推定值 $f_{\text{cu},e}$ 应符合下列规定:

1 当测区数小于10个时, $f_{\text{cu},e}$ 应按下式确定:

$$f_{\text{cu},e} = f_{\text{cu},\min}^c \quad (5.4.8-1)$$

式中  $f_{\text{cu},\min}^c$ ——构件中测区混凝土强度换算值中的最小值。

2 当测区数为10个及以上时, $f_{\text{cu},e}$ 应按下式确定:

$$f_{\text{cu},e} = m_{f_{\text{cu}}} - 1.645 S_{f_{\text{cu}}} \quad (5.4.8-2)$$

5.4.9 对按批检测的构件,当该批构件混凝土强度换算值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 当该批构件混凝土换算强度平均值小于25 MPa,且标准差大于4.5 MPa。

2 当该批构件混凝土换算强度平均值为25 MPa~50 MPa,且标准差大于5.5 MPa。

3 当该批构件混凝土换算强度平均值大于50 MPa,且标准差大于6.5 MPa。

5.4.10 检测记录和检测报告可按本规程附录H填写。

- 3 在搬运过程中应防止碰撞和剧烈振动。
- 4 换能器应避免摔损和撞击,工作完毕应擦拭干净单独存放,换能器的耦合面应避免磨损。

## 6 超声回弹综合法

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 超声回弹综合法的适用范围应符合本规程第 5.1.1 条的规定。
- 6.1.2 超声回弹综合法检测数量和测区布置应符合本规程第 5.1.3 条和第 5.1.4 条的规定。当采用平测时,测区尺寸宜为 400 mm × 400 mm。

### 6.2 主要仪器

- 6.2.1 回弹仪的标准状态、检定、率定试验及保养应符合本规程第 5.2 节的规定。
- 6.2.2 超声波检测仪应符合下列要求:
  - 1 检测仪应具有波形清晰、显示稳定的示波装置。
  - 2 声时最小分度值为 0.1 μs。
  - 3 具有最小分度值为 1 dB 的信号幅度调整系统。
  - 4 接收放大器频响范围为 10 kHz ~ 500 kHz,总增益不小于 80 dB,接收灵敏度(信噪比 3:1 时)不大于 50 μV。
  - 5 电源电压波动范围在标称值 ±10% 情况下能正常工作。
  - 6 连续正常工作时间不少于 4 h。
  - 7 换能器频率宜在 50 kHz ~ 100 kHz 范围内,实测频率与标称频率相差不应超过 10%。
- 6.2.3 超声波检测仪应按下列规定进行维护:
  - 1 较长时间内停用,每月应通电一次,每次不少于 1 h。
  - 2 检测仪应存放在通风、阴凉、干燥处,存放或工作应防尘。

### 6.3 超声回弹法检测

- 6.3.1 结构或构件的每一测区宜先进行回弹测试,后进行超声测试。非同一测区内的回弹值及超声波声速值,在计算混凝土强度换算值时不应混用。
- 6.3.2 采用回弹仪测试时应按本规程第 5.3 节的规定进行。
- 6.3.3 超声波检测前应先采用本规程附录 K 规定的方法测试超声波在空气中传播的声速,并与空气声速计算值相比,相差不应超过 ±0.5%。
- 6.3.4 超声测试应符合下列规定:
  - 1 超声测试宜选择对测,当被测结构或构件不满足对测的条件时,可采用单面平测。
  - 2 超声测点布置在回弹测试的同一测区内,当采用平测法测试时,应以回弹测试的测区为中心安装发射传感器和接收传感器。
  - 3 声时测试时,应保证传感器与混凝土耦合良好。
  - 4 声时值应精确至 0.1 μs,声速值应精确至 0.01 km/s,超声测距的测量允许误差不应超过 ±1%。
  - 5 对测时,在每个测区的相对测试面上,应对应布置 3 个测点,且发射器和接收器的轴线应在同一轴线上。
  - 6 当采用平测法测试时,每个测点重复测试 3 次。
- 6.3.5 采用对测法测试时,测区声速应按下列公式计算:

$$v = l / t_m \quad (6.3.5-1)$$

$$t_m = (t_1 + t_2 + t_3) / 3 \quad (6.3.5-2)$$

- 式中
- $v$ ——测区声速值(km/s);
  - $l$ ——超声测距(mm);
  - $t_m$ ——测区平均声时值(μs);



$t_1, t_2, t_3$ ——测区中 3 个测点的声时值 ( $\mu\text{s}$ )。

6.3.6 采用平测法测试时,声速值应按下式计算:

$$v = l / (t_m - t_0) \quad (6.3.6)$$

式中  $v$ ——声波声速值 ( $\text{km/s}$ );

$l$ ——超声测距 ( $\text{m}$ );

$t_m$ ——测区平均声时 ( $\mu\text{s}$ );

$t_0$ ——系统延迟时间(采用时距曲线法,用与实测相同的布置方式测定,以  $\mu\text{s}$  计)。

6.3.7 当在混凝土浇筑顶面或底面测试时,测区声速值应按下式修正:

$$v_a = \beta v \quad (6.3.7)$$

式中  $v_a$ ——修正后的测区声速值 ( $\text{km/s}$ );

$\beta$ ——超声测试面修正系数。在混凝土浇筑顶面及底面对测时, $\beta$  取 1.034;在混凝土浇筑顶面平测时, $\beta$  取 1.05;在混凝土浇筑底面平测时, $\beta$  取 0.95。

## 6.4 混凝土强度换算及推定

6.4.1 换算和推定结构或构件混凝土强度时,宜采用专用或地区测强曲线。

6.4.2 专用或地区测强曲线的建立应符合本规程附录 L 的规定外,尚应符合本规程第 5.4.1 条和第 5.4.2 条的规定。

6.4.3 构件第  $i$  个测区的混凝土强度换算值,应根据修正后的测区回弹值及修正后的测区声速值,宜采用专用或地区测强曲线推定;当无该类测强曲线时,按本规程附录 M 验证后,也可按本规程附录 N 的规定确定或按下列公式计算:

1 粗骨料采用碎石,强度 50 MPa 以下混凝土可按下式计算:

$$f_{cu,i}^c = 0.016 2v_{ai}^{1.656} R_{ai}^{1.410} \quad (6.4.3-1)$$

2 粗骨料采用卵石,强度 50 MPa 以下混凝土可按下式计算:

$$f_{cu,i}^c = 0.005 6v_{ai}^{1.439} R_{ai}^{1.769} \quad (6.4.3-2)$$

3 强度为 50 MPa ~ 100 MPa 的混凝土可按下式计算:

$$f_{cu,i}^c = 0.117 081 v_{ai}^{0.539 038} \cdot R_{ai}^{1.339 47} \quad (6.4.3-3)$$

式中  $f_{cu,i}^c$ ——第  $i$  个测区混凝土强度换算值,精确至 0.1 MPa;

$v_{ai}$ ——第  $i$  个测区修正后的超声声速值,精确至 0.01  $\text{km/s}$ ;

$R_{ai}$ ——第  $i$  个测区修正后的回弹值,精确至 0.1,大于 50 MPa 的混凝土需使用标准能量 4.5 J 或 5.5 J 回弹仪。

6.4.4 当结构或构件混凝土所用材料与制定测强曲线时混凝土所用材料有较大差异时,应用同条件混凝土立方体试件或从结构或构件测区钻取的混凝土芯样进行修正,修正方法应符合本规程第 5.4.7 条的规定。

6.4.5 结构或构件的混凝土强度推定值  $f_{cu,e}$  应符合下列规定:

1 当按单个构件检测时,混凝土强度推定值  $f_{cu,e}$  应取该构件各测区中最小的混凝土强度换算值  $f_{cu,\min}^c$ 。

2 当批量检测时,混凝土强度推定值应按下列公式计算:

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}}^c - 1.645 S_{f_{cu}}^c \quad (6.4.5-1)$$

$$m_{f_{cu}}^c = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c}{n} \quad (6.4.5-2)$$

$$S_{f_{cu}}^c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{f_{cu}}^c)^2}{n-1}} \quad (6.4.5-3)$$

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

$n$ ——对于单个检测的构件,取一个构件的测区数,对批量检测的构件,取被抽检构件测区数之和;

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

6.4.6 对批量检测的构件,当该批构件混凝土强度换算值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 当该批构件混凝土换算强度平均值小于 25 MPa,且标准差大于 4.5 MPa。

2 当该批构件混凝土换算强度平均值为 25 MPa ~50 MPa,且标准差大于 5.5 MPa。

3 当该批构件混凝土换算强度平均值大于 50 MPa,且标准差大于 6.5 MPa。

## 7 拔 出 法

### 7.1 一 般 规 定

7.1.1 拔出法适用于抗压强度在 10 MPa ~80 MPa 之间,表面与内部质量无明显差异的工程结构混凝土强度的检测。

7.1.2 拔出法检测前,宜通过专门试验按本规程附录 P 的规定建立专用测强曲线,其允许相对标准差不应大于 12%。

7.1.3 后装拔出法测点布置应符合下列规定:

1 按单个构件检测时,应在构件上均匀布置 3 个测点。当 3 个拔出力中的最大值和最小值与中间值之差小于中间值的 15% 时,可布置 3 个测点。当最大值和最小值与中间值之差大于或等于中间值的 15% 时,应在最小拔出测点附近再加测 2 个测点。

2 当同批构件按批抽样检测时,抽检数量应不少于同批结构总数的 50%,且不少于 2 个,每个构件不应少于 5 个测点。

3 测点的布置应具有代表性,应能真实反映整个结构或构件的整体质量情况,相邻两测点的间距不应小于 250 mm。当采用圆环式拔出仪时,测点距构件边缘不应小于 100 mm。当采用三点式拔出仪时,测点距构件边缘不应小于 150 mm。测试部位的混凝土厚度不宜小于 80 mm。

4 测点宜布置在结构或构件混凝土的浇筑侧面,如不能满足这一要求时,可布置在结构或构件混凝土的浇筑顶面或底面。

5 测点应避免接缝、蜂窝、麻面部位和钢筋、预埋件等。

6 测点表面应平整、清洁、干燥,对饰面层、浮浆、薄弱层等应予清除,必要时进行磨平处理。

7.1.4 预埋拔出法测点布置应符合下列规定:

1 预埋件的布点数量和位置应预先规划确定。对局部混凝土或单个构件进行强度测试时,应在同一母体混凝土范围内至少设置5个预埋点。当用以监控较大批量混凝土的强度时,每浇灌 $100\text{ m}^3$ 混凝土至少设置10个预埋点。

2 预埋点相互之间间距不应小于 $200\text{ mm}$ ,预埋点离混凝土边缘的距离不应小于 $100\text{ mm}$ ,预埋点部位的混凝土厚度不宜小于 $80\text{ mm}$ ,预埋件与钢筋边缘间的净距离不应小于钢筋的直径。

7.1.5 结构或构件的测点应标明编号,并描绘测点的布置。

## 7.2 主要仪器

7.2.1 拔出法检测装置由钻孔机、磨槽机、锚固件及拔出仪等组成。

7.2.2 拔出仪由加荷装置、测力装置和反力支承三部分组成,其技术性能应满足下列要求:

1 试验最大拔出力应在拔出仪量程的 $20\% \sim 80\%$ 。

2 圆环式拔出仪的拉杆及胀簧材料极限抗拉强度不应小于 $2100\text{ MPa}$ 。

3 圆环式拔出装置工作行程应不小于 $4\text{ mm}$ ,三点式拔出装置工作行程应不小于 $6\text{ mm}$ 。

4 允许示值误差应控制在仪器量程的 $\pm 2\%$ 以内。

5 测力装置应具有峰值保持功能。

7.2.3 拔出仪应每年至少校准一次。遇下列情况时,应重新校准:

1 更换液压油后。

2 更换测力装置后。

3 经维修后。

4 拔出仪出现异常时。

7.2.4 钻孔机宜采用金刚石薄壁空心钻或冲击电锤。钻孔机宜带有控制垂直及深度的装置,金刚石薄壁空心钻应带水冷装置。

7.2.5 磨槽机由电钻、金刚石磨头、定位圆盘和冷却水装置组成。

## 7.3 后装拔出法检测

7.3.1 钻孔与磨槽应符合下列规定:

1 在钻孔过程中,钻头应始终与混凝土测试面保持垂直,垂直度偏差不应大于 $3^\circ$ 。

2 在混凝土钻孔内的孔壁磨环形槽时,磨槽机的定位圆盘应始终紧靠混凝土表面回转,磨出的环形槽形状应规整。

7.3.2 成孔尺寸应符合下列要求:

1 钻孔直径 $d_1$ 的最大允许偏差为 $1.0\text{ mm}$ 。

2 钻孔深度 $h_1$ 应较锚固深度 $h$ 深 $20\text{ mm} \sim 30\text{ mm}$ 。

3 圆环式锚固深度 $h$ 宜为 $25\text{ mm}$ ,三点式锚固深度 $h$ 宜为 $35\text{ mm}$ ,允许误差为 $\pm 0.5\text{ mm}$ 。

4 环形槽深度 $c$ 不应小于胀簧锚固台阶宽度 $b$ 。

7.3.3 安装拔出仪应注意下列事项:

1 将胀簧插入成型孔内,通过胀杆使胀簧锚固台阶完全嵌入环形槽内,保证锚固可靠。

2 将拉杆一端旋入胀簧,另一端与拔出仪连接对中,拔出仪与混凝土检测面应垂直。

7.3.4 拔出检测应符合下列规定:

1 施加拔出力应连续均匀,将拉拔速度控制在 $0.5\text{ kN/s} \sim 1.0\text{ kN/s}$ 。

2 施加拔出力至混凝土开裂破坏,测力显示器读数不再增加为止,记录极限拔出力值,精确至 $0.1\text{ kN}$ 。

3 拔出检测时,应采取措施防止拔出仪及机具脱落摔坏或伤人。

7.3.5 当发生下列情况之一时,拔出检测应作详细记录,并将该值舍去,在其附近补测一个测点:

1 锚固件在混凝土孔内滑移或断裂。

- 2 被测构件在拔出检测时出现断裂。
- 3 反力支承内的混凝土仅有小部分破损或被拔出,而大部分无损伤。

4 在拔出混凝土的破坏面上,有大于 40 mm 的粗骨料颗粒,有蜂窝、空洞、疏松等缺陷或其他异物。

5 当采用圆环式拔出法检测装置时,检测后在混凝土测试面上见不到完整的环形压痕或在支承环外出现混凝土裂缝。

7.3.6 拔出法检测后的结构或构件应及时修补破损部位。

#### 7.4 预埋拔出法检测

7.4.1 预埋拔出法宜采用圆环式拔出仪进行试验。

7.4.2 预埋件由锚盘、定位杆和连接圆盘组成,在锚盘和定位杆外表宜涂上一层机油或其他隔离油。

7.4.3 在浇筑混凝土之前,预埋件应安装在划定测点部位的模板内侧。当测点在浇筑面时,应将预埋件钉在连接圆盘的木板上,确保木板漂浮在混凝土表面。

7.4.4 在模板内浇筑混凝土时,预埋点周围的混凝土应与其他部位同样捣实,且不应损坏预埋件。

7.4.5 拆模后应预先将定位杆旋松,进行拔出试验前,应将连接圆盘和定位杆拆除。

7.4.6 采用预埋拔出法检测时,应符合下列规定:

1 检测前,应确认预埋件未受损伤,并检查拔出仪的工作状态是否正常。

2 检测时,应将拉杆一端穿过小孔旋入锚盘中,另一端与拔出仪连接。

3 拔出仪的反力支承应均匀地压紧混凝土测试面,并与拉杆和锚盘处于同一轴线。

4 施加拔出力应连续均匀,其速度应控制在 0.5 kN/s ~ 1.0 kN/s。

5 拔出力应施加至混凝土破坏,测力显示器读数不再增加为止。记录的极限拔出值应精确至 0.1 kN。

6 检测时,应防止拔出仪及机具脱落摔坏或伤人。

7.4.7 当出现下列情况之一时,可按本规程第 7.1.3 条第 1 款采用后装拔出法补充检测:

1 单个构件检测时,因预埋件损伤或异常导致有效测试点不足 3 个;

2 按批抽样检测时,因预埋件损伤或数据异常导致样本容量不足 15 个,无法按批进行强度推定。

#### 7.5 混凝土强度换算及推定

7.5.1 混凝土强度换算可按下列公式计算:

1 后装拔出法(圆环式)可按下式计算:

$$f_{cu}^c = 1.55F_d + 2.35 \quad (7.5.1-1)$$

2 后装拔出法(三点式)可按下式计算:

$$f_{cu}^c = 2.76F_d - 11.54 \quad (7.5.1-2)$$

3 预埋拔出法(圆环式)可按下式计算:

$$f_{cu}^c = 1.30F_d - 4.8 \quad (7.5.1-3)$$

式中  $f_{cu}^c$ ——混凝土强度换算值,精确至 0.1 MPa;

$F_d$ ——拔出力代表值,精确至 0.1 kN。

7.5.2 当有地区测强曲线或专用测强曲线时,应按地区测强曲线或专用测强曲线计算。

7.5.3 后装拔出法单个构件混凝土强度的推定应符合下列规定:

1 当未按本规程第 7.1.3 条第 1 款加测时,单个构件的拔出力代表值取 3 个拔出值中的最小值。

2 当按本规程第 7.1.3 条第 1 款加测时,加测的 2 个拔出力和最小拔出值一起取平均值,再与前一次的拔出值中间值比较,取较小值作为该构件拔出力代表值。

3 将单个构件的拔出力代表值根据不同的检测方法对应代

入本规程公式(7.5.1—1)和公式(7.5.1—2)中计算强度换算值,作为单个构件混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$ 。

**7.5.4** 预埋拔出法检测局部混凝土或单个构件混凝土强度时,以5次拔出试验为一组,将同组5次拔出试验的极限拔出力,舍去其中的最大值和最小值后求出算术平均值,再按本规程公式(7.5.1—3)计算抗压强度换算值,作为该组试验的混凝土抗压强度推定值。

**7.5.5** 后装拔出法批量检测结构或构件的混凝土强度推定应符合下列规定:

1 将批量检测的每个拔出力作为拔出代表值,根据不同的检测方法对应代入本规程公式(7.5.1—1)和公式(7.5.1—2)中计算强度换算值作为单个构件混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$ 。

2 批量检测结构或构件的混凝土抗压强度推定值 $f_{cu,e}$ 应按下列公式计算:

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}} - 1.645S_{f_{cu}} \quad (7.5.5-1)$$

$$m_{f_{cu}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c}{n} \quad (7.5.5-2)$$

$$S_{f_{cu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{f_{cu}})^2}{n-1}} \quad (7.5.5-3)$$

式中  $m_{f_{cu}}$ ——批量检测结构或构件的混凝土抗压强度换算值的平均值(MPa),精确至0.1 MPa;

$f_{cu,i}^c$ ——第*i*个结构或构件混凝土抗压强度换算值(MPa),精确至0.1 MPa;

$S_{f_{cu}}$ ——批量检测结构或构件的混凝土抗压强度换算值的标准差(MPa),精确至0.1 MPa;

$n$ ——批量检测结构或构件的混凝土抗压强度换算值的总个数。

**7.5.6** 预埋拔出法批量检测结构或构件的混凝土强度推定应按下列公式计算:

$$f_{cu,e} = 1.11(m_{f_{cu}} - 1.65S_{f_{cu}}) \quad (7.5.6-1)$$

$$m_{f_{cu}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c}{n} \quad (7.5.6-2)$$

$$S_{f_{cu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{f_{cu}})^2}{n-1}} \quad (7.5.6-3)$$

式中  $f_{cu,e}$ ——该批混凝土的抗压强度推定值(MPa),精确至0.1 MPa;

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

$n$ ——同批拔出试验次数, $n \geq 10$ ;

$S_{f_{cu}}$ ——结构或构件测区混凝土强度换算值的标准差(MPa),精确至0.01 MPa。当 $S_{f_{cu}} < 0.06m_{f_{cu}}$ 时, $S_{f_{cu}} = 0.06m_{f_{cu}}$ ;当 $S_{f_{cu}} > 0.15m_{f_{cu}}$ 时, $S_{f_{cu}} = 0.15m_{f_{cu}}$ 。

**7.5.7** 对于批量检测的结构或构件,当全部批量检测的混凝土强度换算值的标准差出现下列情况时,则该批结构或构件应全部按单个结构检测:

1 当该批构件混凝土换算强度平均值小于25 MPa,且标准差大于4.5 MPa;

2 当该批构件混凝土换算强度平均值为25 MPa~50 MPa,且标准差大于5.5 MPa。

3 当混凝土强度换算值的平均值大于50 MPa时,变异系数 $\delta$ 大于0.10。变异系数可按下式计算:

$$\delta = \frac{S_{f_{cu}}}{m_{f_{cu}}} \quad (7.5.7)$$

## 8 同条件养护试件法

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 同条件养护试件法适用于涉及混凝土结构安全重要部位结构混凝土强度检测。

**8.1.2** 同条件养护试件的标准成型方法及强度试验方法均应符合现行《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定。采用蒸汽养护的结构或构件,其试件应随结构或构件同条件养护至规定龄期。

### 8.2 同条件养护试件的留置和养护

**8.2.1** 同条件养护试件的取样应具有代表性,同一强度等级同条件养护试件的留置组数应根据相关规定确定。

**8.2.2** 同条件养护试件应在混凝土浇筑地点取样。

**8.2.3** 同条件养护试件拆模后,应放置在靠近相应结构或构件部位的适当位置,采取与结构或构件部位相同的养护方法,且应采取可靠的保护措施,保证同条件养护试件不丢失和损坏。

### 8.3 等效养护龄期

**8.3.1** 同条件养护试件的等效养护龄期应根据同条件养护试件强度与在标准养护条件下规定龄期试件强度相等的原则确定。

**8.3.2** 同条件养护试件的等效养护龄期,可根据结构或构件所处环境气温和养护条件按下列规定确定:

1 对于标准条件养护试件试验龄期分别为 28 d、56 d 的,其同条件养护试件的逐日累计温度分别达到  $600\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 、 $1200\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$

(不计  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  及以下的龄期)或达到设计龄期所对应的温度积。

2 等效养护龄期不应少于 14 d。

**8.3.3** 冬期施工、蒸汽养护的混凝土结构或构件,其同条件养护试件的等效养护龄期应根据结构或构件的实际养护条件确定。

**8.3.4** 同条件养护试件的养护温度记录可按本规程附录 Q 填写。

### 8.4 混凝土强度换算

**8.4.1** 同条件养护试件达到确定的等效养护龄期时,24 h 内应完成抗压强度试验。

**8.4.2** 同条件养护试件的强度代表值应除以 0.88 系数后,根据强度试验结果按现行《铁路混凝土强度检验评定标准》TB 10425 进行评定。

3 仪器使用后应及时清理表面灰尘。

4 仪器应存放在通风干燥、无腐蚀气体处,防止锈蚀。

9.2.3 射钉仪应每 12 个月进行校准。

## 9 射 钉 法

### 9.1 一般规定

9.1.1 射钉法适用于检测喷射混凝土 24 h 的抗压强度。

9.1.2 采用射钉法检测前,宜通过专门试验按本规程附录 R 的规定建立专用测强曲线,其允许的强度平均相对误差不应超过  $\pm 12\%$ ,相对标准差不应大于 14%。

9.1.3 采用射钉法检测时,每次检测不少于 2 个测区,测区面积宜控制在  $0.03 \text{ m}^2 \sim 0.04 \text{ m}^2$ ,相邻两测区的间距不宜小于  $0.3 \text{ m}$ ,且不宜大于  $2 \text{ m}$ 。测区应避免开蜂窝、麻面、钢筋和预埋件等。

9.1.4 测点在测区内宜均匀分布,相邻两测点的净距不宜小于  $30 \text{ mm}$ ;测点距外露钢筋、预埋件的距离不宜小于  $50 \text{ mm}$ 。

9.1.5 检测环境温度应为  $0^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ 。

### 9.2 主要仪器

9.2.1 射钉仪应符合下列要求:

1 测钉射入力为  $1000 \text{ N} \pm 8 \text{ N}$ ,工作冲程为  $20 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ 。

2 测钉直径为  $3.00 \text{ mm} \sim 3.50 \text{ mm}$ ,精确至  $0.01 \text{ mm}$ ;测钉长度为  $35.0 \text{ mm} \sim 40.0 \text{ mm}$ ,精确至  $0.1 \text{ mm}$ ;测钉钉尖长度为  $5.0 \text{ mm} \pm 0.01 \text{ mm}$ (测钉尖角度  $34^\circ$ ),测钉洛氏硬度(HRC)为  $62 \sim 66$ 。

3 深度测量尺精度为  $0.01 \text{ mm}$ 。

4 量规槽长度小于测钉长度  $0.5 \text{ mm}$ 。

9.2.2 射钉仪使用应符合下列规定:

1 射钉仪不应对着自己或他人,防止发生安全事故。

2 在未装测钉前应避免加力弹射,防止损坏测钉座。

### 9.3 射钉法检测

9.3.1 检测前,应将混凝土表面打磨平整,并清除表面灰尘。

9.3.2 检测时,将射钉仪轴线与混凝土测试面垂直,用力握住把手,防止反冲。扣动扳机,使射钉仪自由释放能量。移开射钉仪,用吹风机吹净测孔,测量射入深度值,每一测区应记取 7 个有效射入深度值,读数精确至  $0.01 \text{ mm}$ ,可按本规程附录 S 中表 S.0.1 填写记录。

9.3.3 在检测过程中,应随时检查测钉的磨损情况,当测钉能通过量规槽时,应更换测钉。

9.3.4 当发生下列情况之一时,应将该测量值舍去,并在其附近重新补测:

1 测钉射入到钢筋或预埋件上时。

2 测钉射入到骨料、蜂窝或孔隙内时。

3 测量值的极差超过  $1.6 \text{ mm}$  时,剔除 7 个测量值中与平均值偏差最大的数据,至所剩测量值极差满足要求且不少于 7 个。

9.3.5 射钉法检测应在 1 h 内完成。

### 9.4 混凝土强度换算及推定

9.4.1 计算测区平均射入深度值时,应从该测区 7 个射入深度值中剔除 1 个最大值和 1 个最小值后,平均射入深度值应按下式计算:

$$L_a = \frac{\sum_{i=1}^5 L_i}{5} \quad (9.4.1)$$

式中  $L_a$ ——测区测钉射入深度平均值,精确至  $0.01 \text{ mm}$ ;

$L_i$ ——第  $i$  个测点的射入深度。

9.4.2 根据平均射入深度值利用专用测强曲线推算测区混凝土抗压强度值,精确至 0.1 MPa。

9.4.3 检测报告可按本规程附录 S 中表 S.0.2 填写。

## 附录 A 钻芯法检测现场操作记录表

表 A 钻芯法检测现场操作记录

委托单位	构件名称
工程名称	施工日期
取芯部位	取芯日期

钻进时间	钻进深度(m)	芯样编号	芯样直径(mm)	芯样长度(mm)	芯样外观质量描述
备 注					
耐 图 或 照 片					

记录

复核



## 附录 B 钻芯法检测推定区间系数表

**B.0.1** 试件数与上限值系数  $k_1$ 、下限值系数  $k_2$  的关系可按表 B.0.1 取值。

表 B.0.1 上、下限值系数表

试件数 $n$	$k_1(0.05)$	$k_2(0.05)$	$k_2(0.10)$	试件数 $n$	$k_1(0.05)$	$k_2(0.05)$	$k_2(0.10)$
10	1.017 30	2.910 96	2.568 37	28	1.237 80	2.245 78	2.098 81
11	1.041 27	2.814 99	2.502 62	29	1.243 95	2.232 41	2.089 03
12	1.062 47	2.736 34	2.448 25	30	1.249 81	2.219 84	2.079 82
13	1.081 41	2.670 50	2.402 40	31	1.255 40	2.208 00	2.071 13
14	1.098 48	2.614 43	2.363 11	32	1.260 75	2.196 82	2.062 92
15	1.113 97	2.566 00	2.328 98	33	1.265 88	2.186 25	2.055 14
16	1.128 12	2.523 66	2.299 00	34	1.270 79	2.176 23	2.047 76
17	1.141 12	2.486 26	2.272 40	35	1.275 51	2.166 72	2.040 75
18	1.153 11	2.452 95	2.248 62	36	1.280 04	2.157 68	2.034 07
19	1.164 23	2.423 04	2.227 20	37	1.284 41	2.149 06	2.027 71
20	1.174 58	2.396 00	2.207 78	38	1.288 61	2.140 85	2.021 64
21	1.184 25	2.371 42	2.190 07	39	1.292 66	2.133 00	2.015 83
22	1.193 30	2.348 96	2.173 85	40	1.296 57	2.125 49	2.010 27
23	1.201 81	2.328 32	2.158 91	41	1.300 35	2.118 31	2.004 94
24	1.209 82	2.309 29	2.145 10	42	1.303 99	2.111 42	1.999 83
25	1.217 39	2.291 67	2.132 29	43	1.307 52	2.104 81	1.994 93
26	1.224 55	2.275 30	2.120 37	44	1.310 94	2.098 46	1.990 21
27	1.231 35	2.260 05	2.109 24	45	1.314 25	2.092 35	1.985 67

续表 B.0.1

试件数 $n$	$k_1(0.05)$	$k_2(0.05)$	$k_2(0.10)$	试件数 $n$	$k_1(0.05)$	$k_2(0.05)$	$k_2(0.10)$
46	1.317 46	2.086 48	1.981 30	130	1.440 60	1.888 27	1.832 22
47	1.320 58	2.080 81	1.977 08	140	1.447 50	1.878 52	1.824 81
48	1.323 60	2.075 35	1.973 02	150	1.453 72	1.869 84	1.818 20
49	1.326 53	2.070 08	1.969 09	160	1.459 38	1.862 03	1.812 25
50	1.329 39	2.064 99	1.965 29	170	1.464 56	1.854 97	1.806 86
60	1.354 12	2.022 16	1.933 27	180	1.469 31	1.848 54	1.801 96
70	1.373 64	1.989 87	1.909 03	190	1.473 70	1.842 65	1.797 46
80	1.389 59	1.964 44	1.889 88	200	1.477 77	1.837 24	1.793 32
90	1.402 94	1.943 76	1.874 28	250	1.494 43	1.815 47	1.776 67
100	1.414 33	1.926 54	1.861 25	300	1.506 87	1.799 64	1.764 54
110	1.424 21	1.911 91	1.850 17	400	1.524 53	1.777 76	1.747 73
120	1.432 89	1.899 29	1.840 59	500	1.536 71	1.763 05	1.736 41

注： $k_1$  宜为置信度为 0.90，错判概率为 0.05 条件下的限值系数； $k_2$  宜为置信度为 0.90，漏判概率为 0.05 条件下的限值系数。当采用小直径芯样试件时， $k_1$  可为置信度为 0.85，错判概率为 0.05 条件下的限值系数； $k_2$  可为置信度为 0.85，漏判概率为 0.10 条件下的限值系数。

续表 C.0.1

### 附录 C 回弹法非水平方向及不同浇筑面 检测的修正值

表 C.0.1 回弹法非水平方向检测回弹值的修正值

$R_{ma}$	检测角度							
	向 上				向 下			
	90°	60°	45°	30°	-30°	-45°	-60°	-90°
20	-6.0	-5.0	-4.0	-3.0	+2.5	+3.0	+3.5	+4.0
21	-5.9	-4.9	-4.0	-3.0	+2.5	+3.0	+3.5	+4.0
22	-5.8	-4.8	-3.9	-2.9	+2.4	+2.9	+3.4	+3.9
23	-5.7	-4.7	-3.9	-2.9	+2.4	+2.9	+3.4	+3.9
24	-5.6	-4.6	-3.8	-2.8	+2.3	+2.8	+3.3	+3.8
25	-5.5	-4.5	-3.8	-2.8	+2.3	+2.8	+3.3	+3.8
26	-5.4	-4.4	-3.7	-2.7	+2.2	+2.7	+3.2	+3.7
27	-5.3	-4.3	-3.7	-2.7	+2.2	+2.7	+3.2	+3.7
28	-5.2	-4.2	-3.6	-2.6	+2.1	+2.6	+3.1	+3.6
29	-5.1	-4.1	-3.6	-2.6	+2.1	+2.6	+3.1	+3.6
30	-5.0	-4.0	-3.5	-2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
31	-4.9	-4.0	-3.5	-2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
32	-4.8	-3.9	-3.4	-2.4	+1.9	+2.4	+2.9	+3.4
33	-4.7	-3.9	-3.4	-2.4	+1.9	+2.4	+2.9	+3.4
34	-4.6	-3.8	-3.3	-2.3	+1.8	+2.3	+2.8	+3.3
35	-4.5	-3.8	-3.3	-2.3	+1.8	+2.3	+2.8	+3.3
36	-4.4	-3.7	-3.2	-2.2	+1.7	+2.2	+2.7	+3.2
37	-4.3	-3.7	-3.2	-2.2	+1.7	+2.2	+2.7	+3.2
38	-4.2	-3.6	-3.1	-2.1	+1.6	+2.1	+2.6	+3.1
39	-4.1	-3.6	-3.1	-2.1	+1.6	+2.1	+2.6	+3.1
40	-4.0	-3.5	-3.0	-2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
41	-4.0	-3.5	-3.0	-2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
42	-3.9	-3.4	-2.9	-1.9	+1.4	+1.9	+2.4	+2.9
43	-3.9	-3.4	-2.9	-1.9	+1.4	+1.9	+2.4	+2.9
44	-3.8	-3.3	-2.8	-1.8	+1.3	+1.8	+2.3	+2.8

$R_{ma}$	检测角度							
	向 上				向 下			
	90°	60°	45°	30°	-30°	-45°	-60°	-90°
45	-3.8	-3.3	-2.8	-1.8	+1.3	+1.8	+2.3	+2.8
46	-3.7	-3.2	-2.7	-1.7	+1.2	+1.7	+2.2	+2.7
47	-3.7	-3.2	-2.7	-1.7	+1.2	+1.7	+2.2	+2.7
48	-3.6	-3.1	-2.6	-1.6	+1.1	+1.6	+2.1	+2.6
49	-3.6	-3.1	-2.6	-1.6	+1.1	+1.6	+2.1	+2.6
50	-3.5	-3.0	-2.5	-1.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5

注:1  $R_{ma}$ 小于20或大于50时,均分别按20或50查表。2 表中未列人的相应于 $R_{ma}$ 的修正值 $R_{m\alpha}$ ,可用内插法求得,精确至0.1MPa。

表 C.0.2 回弹法不同浇筑面检测回弹值的修正值

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

续表 C.0.2

$R_m^l$ 或 $R_m^h$	顶面修正值 $R_s^l$	底面修正值 $R_s^h$	$R_m^l$ 或 $R_m^h$	顶面修正值 $R_s^l$	底面修正值 $R_s^h$
48	0	-0.2	50	0	0
49	0	-0.1			

注:1  $R_m^l$  或  $R_m^h$  小于 20 或大于 50 时,均分别按 20 或 50 查表。

2 表中有关混凝土浇筑顶面的修正值,是指一般原浆抹面的修正值。

3 表中有关混凝土浇筑底面的修正值,是指构件底面与侧面采用同一类模板在正常浇筑情况下的修正值。

4 表中未列入的相应于  $R_m^l$  或  $R_m^h$  的  $R_s^l$  或  $R_s^h$  值,可用内插法得,精确至 0.1。

## 附录 D 回弹法专用测强曲线的制定方法

**D.0.1** 制定专用测强曲线的试件应与受检结构或构件的原材料(含品种、规格)、成型工艺和养护方法等相同。

**D.0.2** 试件的制作、养护应符合下列规定:

1 按 5 个强度等级分别设计最佳配合比,每一强度等级每一龄期制作 6 个边长为 150 mm 的立方体试件,同一龄期试件宜在同一天内成型完毕。

2 在成型后的第 2 天,应将试件移至与被测结构或构件相同的条件下养护,试件拆模日期宜与结构或构件的拆模日期相同。

**D.0.3** 试件的测试应符合下列规定:

1 到达龄期的试件表面应擦净,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 30 kN ~ 80 kN(低强度试件取低值加压)。

2 在试件保持 30 kN ~ 80 kN 的压力下,用符合本规程第 5.2.1 条规定的标准状态的回弹仪和本规程第 5.3.1 条规定的操作方法,在试件的另外两个相对侧面上分别选择均匀分布的 8 个点按本规程第 5.3.2 条的要求进行弹击。

3 从每一试件的 16 个回弹值中分别剔除 3 个最大值和 3 个最小值,然后再求余下 10 个回弹值的平均值,计算精确至 0.1,即得该试件的平均回弹值  $R_m$ 。

4 将试件加荷直至破坏,然后计算试件的抗压强度值  $f_{cu,i}$ ,精确至 0.1 MPa。

5 按本规程第 5.3 节的规定在破坏的试件边缘测量该试件的平均碳化深度  $d_m$ 。

**D.0.4** 专用测强曲线的计算应符合下列规定:

1 专用测强曲线的回归方程式应按每一试件求得的平均回弹值  $R_m$  和抗压强度值  $f_{cu,i}$  数据,采用最小二乘法原理计算。

2 回归方程宜采用下式计算:

$$f_{cu,i}^c = aR_m^b \cdot 10^{ca_m} \quad (\text{D.0.4-1})$$

式中  $f_{cu,i}^c$ ——混凝土试件的强度换算值;

$R_m$ ——混凝土试件的平均回弹值;

$a, b, c$ ——回归方程的回归系数。

3 用下式计算回归方程式的强度平均相对误差  $\delta$  和强度相对标准差  $e_r$ ,当强度平均相对误差和强度相对标准差均符合本规程第 5.4.1 条的规定时,即可报请上级主管部门审批。

$$\delta = \pm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{f_{cu,i}^c}{f_{cu,i}} - 1 \right| \times 100\% \quad (\text{D.0.4-2})$$

$$e_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( \frac{f_{cu,i}^c}{f_{cu,i}} - 1 \right)^2} \times 100\% \quad (\text{D.0.4-3})$$

式中  $\delta$ ——回归方程式的强度平均相对误差,精确至 0.1%;

$e_r$ ——回归方程式的强度相对标准差,精确至 0.1%;

$f_{cu,i}$ ——由第  $i$  个试件抗压试验得出的混凝土抗压强度值,精确至 0.1 MPa;

$f_{cu,i}^c$ ——由同一试件的平均回弹值  $R_m$  按回归方程式算出的混凝土的强度换算值,精确至 0.1 MPa;

$n$ ——制定回归方程式的试件数。

**D.0.5** 当需制定具有较长龄期范围的专用测强曲线时,应在试验及回归分析时引入碳化深度变量,并求得碳化深度修正系数。

## 附录 E 回弹法混凝土测区强度换算表 (标称动能 2.207 J)

表 E 回弹法混凝土测区强度换算表

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
20.0	10.3	10.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.2	10.5	10.3	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.4	10.7	10.5	10.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.6	11.0	10.8	10.4	10.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20.8	11.2	11.0	10.6	10.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.0	11.4	11.2	10.8	10.5	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—
21.2	11.6	11.4	11.0	10.7	10.2	—	—	—	—	—	—	—	—
21.4	11.8	11.6	11.2	10.9	10.4	10.0	—	—	—	—	—	—	—
21.6	12.0	11.8	11.4	11.0	10.6	10.2	—	—	—	—	—	—	—
21.8	12.3	12.1	11.7	11.3	10.8	10.5	10.1	—	—	—	—	—	—
22.0	12.5	12.2	11.9	11.5	11.0	10.6	10.2	—	—	—	—	—	—
22.2	12.7	12.4	12.1	11.7	11.2	10.8	10.4	10.0	—	—	—	—	—
22.4	13.0	12.7	12.4	12.0	11.4	11.0	10.7	10.3	10.0	—	—	—	—
22.6	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	—	—

续表 E

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
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
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	14.4	13.8	13.5	13.0	12.6	12.2	11.6
26.2	17.8	17.4	16.9	16.4	15.7	15.1	14.6	14.0	13.7	13.2	12.8	12.4	11.8
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

续表 E

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
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
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	20.5	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

续表 E

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)													
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6	
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	
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	29.9	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	26.6	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	

续表 E

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)													
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6	
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	
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	37.5	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	

续表 E

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	$\geq 6$
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
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

续表 E

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	$\geq 6$
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
50.2	—	—	60.0	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	—	—	—	60.0	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

续表 E

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
52.4	—	—	—	—	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	43.3
53.4	—	—	—	—	58.7	56.5	55.0	53.5	50.5	48.3	46.1	44.6	44.6
53.6	—	—	—	—	59.2	56.9	55.4	53.9	50.9	48.7	46.4	44.9	44.9
53.8	—	—	—	—	59.6	57.3	55.8	54.3	51.3	49.0	46.8	45.3	45.3
54.0	—	—	—	—	60.0	57.8	56.3	54.7	51.7	49.4	47.1	45.6	45.6
54.2	—	—	—	—	58.2	56.7	55.1	52.1	49.8	47.5	46.0	46.0	46.0
54.4	—	—	—	—	58.6	57.1	55.6	52.5	50.2	47.9	46.3	46.3	46.3
54.6	—	—	—	—	59.1	57.5	56.0	52.9	50.5	48.2	46.6	46.6	46.6
54.8	—	—	—	—	59.5	57.9	56.4	53.2	50.9	48.5	47.0	47.0	47.0
55.0	—	—	—	—	59.9	58.4	56.8	53.6	51.3	48.9	47.3	47.3	47.3
55.2	—	—	—	—	60.0	58.8	57.2	54.0	51.6	49.3	47.7	47.7	47.7
55.4	—	—	—	—	59.2	57.6	54.4	52.0	49.6	48.0	48.0	48.0	48.0
55.6	—	—	—	—	59.7	58.0	54.8	52.4	50.0	48.4	48.4	48.4	48.4
55.8	—	—	—	—	60.0	58.5	55.2	52.8	50.3	48.7	48.7	48.7	48.7
56.0	—	—	—	—	58.9	55.6	53.2	50.7	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1
56.2	—	—	—	—	59.3	56.0	53.5	51.1	49.4	49.4	49.4	49.4	49.4
56.4	—	—	—	—	59.7	56.4	53.9	51.4	49.8	49.8	49.8	49.8	49.8
56.6	—	—	—	—	60.0	56.8	54.3	51.8	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1
56.8	—	—	—	—	57.2	54.7	52.2	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
57.0	—	—	—	—	57.6	55.1	52.5	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8	50.8

续表 E

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)													
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6	
57.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.0	55.5	52.9	51.2
57.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.4	55.9	53.3	51.6
57.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.9	56.3	53.7	51.9
57.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.3	56.7	54.0	52.3
58.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.7	57.0	54.4	52.7
58.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	57.4	54.8	53.0
58.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.8	55.2	53.4	53.4
58.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.2	55.6	53.8	53.8
58.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.6	55.9	54.1	54.1
59.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.0	56.3	54.5	54.5
59.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.4	56.7	54.9	54.9
59.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.8	57.1	55.2	55.2
59.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	57.5	55.6	55.6
59.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.9	56.0	56.0	56.0
60.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58.3	56.4	56.4	56.4

注:表中未注明的测区混凝土强度换算值为小于10 MPa或大于60 MPa。



## 附录 F 回弹法泵送混凝土测区强度换算表 (标称动能 2.207 J)

表 F 回弹法泵送混凝土测区强度换算表

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
18.6	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18.8	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.0	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.2	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19.4	10.9	10.7	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—
19.6	11.1	10.9	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—	—
19.8	11.3	11.1	10.9	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—	—
20.0	11.5	11.3	11.1	10.9	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—	—
20.2	11.8	11.5	11.3	11.1	10.9	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—	—
20.4	12.0	11.7	11.5	11.3	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—	—
20.6	12.2	12.0	11.7	11.5	11.3	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	—	—
20.8	12.4	12.2	12.0	11.7	11.5	11.3	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	—
21.0	12.7	12.4	12.2	11.9	11.7	11.5	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0
21.2	12.9	12.7	12.4	12.2	11.9	11.7	11.5	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4	10.2
21.4	13.1	12.9	12.6	12.4	12.1	11.9	11.7	11.4	11.2	11.0	10.8	10.6	10.3
21.6	13.4	13.1	12.9	12.6	12.4	12.1	11.9	11.6	11.4	11.2	11.0	10.7	10.5
21.8	13.6	13.4	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1	11.9	11.6	11.4	11.2	10.9	10.7
22.0	13.9	13.6	13.3	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1	11.8	11.6	11.4	11.1	10.9

续表 F

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
22.2	14.1	13.8	13.6	13.3	13.0	12.8	12.5	12.3	12.0	11.8	11.6	11.3	11.1
22.4	14.4	14.1	13.8	13.5	13.3	13.0	12.7	12.5	12.2	12.0	11.8	11.5	11.3
22.6	14.6	14.3	14.0	13.8	13.5	13.2	13.0	12.7	12.5	12.2	12.0	11.7	11.5
22.8	14.9	14.6	14.3	14.0	13.7	13.5	13.2	12.9	12.7	12.4	12.2	11.9	11.7
23.0	15.1	14.8	14.5	14.2	14.0	13.7	13.4	13.1	12.9	12.6	12.4	12.1	11.9
23.2	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2	13.9	13.6	13.4	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1
23.4	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.9	13.6	13.3	13.1	12.8	12.6	12.3
23.6	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.8	13.5	13.3	13.0	12.8	12.5
23.8	16.2	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.8	13.5	13.2	13.0	12.7
24.0	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.0	13.7	13.5	13.2	12.9
24.2	16.7	16.4	16.0	15.7	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2	13.9	13.7	13.4	13.1
24.4	17.0	16.6	16.3	16.0	15.7	15.3	15.0	14.7	14.5	14.2	13.9	13.6	13.3
24.6	17.2	16.9	16.5	16.2	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1	13.8	13.6
24.8	17.5	17.1	16.8	16.5	16.2	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.8
25.0	17.8	17.4	17.1	16.7	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.0
25.2	18.0	17.7	17.3	17.0	16.7	16.3	16.0	15.7	15.4	15.1	14.8	14.5	14.2
25.4	18.3	18.0	17.6	17.3	16.9	16.6	16.3	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4
25.6	18.6	18.2	17.9	17.5	17.2	16.8	16.5	16.2	15.9	15.6	15.2	14.9	14.7
25.8	18.9	18.5	18.2	17.8	17.4	17.1	16.8	16.4	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9
26.0	19.2	18.8	18.4	18.1	17.7	17.4	17.0	16.7	16.3	16.0	15.7	15.4	15.1
26.2	19.5	19.1	18.7	18.3	18.0	17.6	17.3	16.9	16.6	16.3	15.9	15.6	15.3
26.4	19.8	19.4	19.0	18.6	18.2	17.9	17.5	17.2	16.8	16.5	16.2	15.9	15.6
26.6	20.0	19.6	19.3	18.9	18.5	18.1	17.8	17.4	17.1	16.8	16.4	16.1	15.8
26.8	20.3	19.9	19.5	19.2	18.8	18.4	18.0	17.7	17.3	17.0	16.7	16.3	16.0

续表 F

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
27.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.1	18.7	18.3	17.9	17.6	17.2	16.9	16.6	16.2
27.2	20.9	20.5	20.1	19.7	19.3	18.9	18.6	18.2	17.8	17.5	17.1	16.8	16.5
27.4	21.2	20.8	20.4	20.0	19.6	19.2	18.8	18.5	18.1	17.7	17.4	17.1	16.7
27.6	21.5	21.1	20.7	20.3	19.9	19.5	19.1	18.7	18.4	18.0	17.6	17.3	17.0
27.8	21.8	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.0	18.6	18.3	17.9	17.5	17.2
28.0	22.1	21.7	21.3	20.9	20.4	20.0	19.6	19.3	18.9	18.5	18.1	17.8	17.4
28.2	22.4	22.0	21.6	21.1	20.7	20.3	19.9	19.5	19.1	18.8	18.4	18.0	17.7
28.4	22.8	22.3	21.9	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.0	18.6	18.3	17.9
28.6	23.1	22.6	22.2	21.7	21.3	20.9	20.5	20.1	19.7	19.3	18.9	18.5	18.2
28.8	23.4	22.9	22.5	22.0	21.6	21.2	20.7	20.3	19.9	19.5	19.2	18.8	18.4
29.0	23.7	23.2	22.8	22.3	21.9	21.5	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	19.0	18.7
29.2	24.0	23.5	23.1	22.6	22.2	21.7	21.3	20.9	20.5	20.1	19.7	19.3	18.9
29.4	24.3	23.9	23.4	22.9	22.5	22.0	21.6	21.2	20.8	20.3	19.9	19.5	19.2
29.6	24.7	24.2	23.7	23.2	22.8	22.3	21.9	21.4	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4
29.8	25.0	24.5	24.0	23.5	23.1	22.6	22.2	21.7	21.3	20.9	20.5	20.1	19.7
30.0	25.3	24.8	24.3	23.8	23.4	22.9	22.5	22.0	21.6	21.2	20.7	20.3	19.9
30.2	25.6	25.1	24.6	24.2	23.7	23.2	22.8	22.3	21.9	21.4	21.0	20.6	20.2
30.4	26.0	25.5	25.0	24.5	24.0	23.5	23.0	22.6	22.1	21.7	21.3	20.9	20.4
30.6	26.3	25.8	25.3	24.8	24.3	23.8	23.3	22.9	22.4	22.0	21.6	21.1	20.7
30.8	26.6	26.1	25.6	25.1	24.6	24.1	23.6	23.2	22.7	22.3	21.8	21.4	21.0
31.0	27.0	26.4	25.9	25.4	24.9	24.4	23.9	23.5	23.0	22.5	22.1	21.7	21.2
31.2	27.3	26.8	26.2	25.7	25.2	24.7	24.2	23.8	23.3	22.8	22.4	21.9	21.5
31.4	27.7	27.1	26.6	26.0	25.5	25.0	24.5	24.1	23.6	23.1	22.7	22.2	21.8
31.6	28.0	27.4	26.9	26.4	25.9	25.3	24.8	24.4	23.9	23.4	22.9	22.5	22.0

续表 F

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)												
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6
31.8	28.3	27.8	27.2	26.7	26.2	25.7	25.1	24.7	24.2	23.7	23.2	22.8	22.3
32.0	28.7	28.1	27.6	27.0	26.5	26.0	25.5	25.0	24.5	24.0	23.5	23.0	22.6
32.2	29.0	28.5	27.9	27.4	26.8	26.3	25.8	25.3	24.8	24.3	23.8	23.3	22.9
32.4	29.4	28.8	28.2	27.7	27.1	26.6	26.1	25.6	25.1	24.6	24.1	23.6	23.1
32.6	29.7	29.2	28.6	28.0	27.5	26.9	26.4	25.9	25.4	24.9	24.4	23.9	23.4
32.8	30.1	29.5	28.9	28.3	27.8	27.2	26.7	26.2	25.7	25.2	24.7	24.2	23.7
33.0	30.4	29.8	29.3	28.7	28.1	27.6	27.0	26.5	26.0	25.5	25.0	24.5	24.0
33.2	30.8	30.2	29.6	29.0	28.4	27.9	27.3	26.8	26.3	25.8	25.2	24.7	24.3
33.4	31.2	30.6	30.0	29.4	28.8	28.2	27.7	27.1	26.6	26.1	25.5	25.0	24.5
33.6	31.5	30.9	30.3	29.7	29.1	28.5	28.0	27.4	26.9	26.4	25.8	25.3	24.8
33.8	31.9	31.3	30.7	30.0	29.5	28.9	28.3	27.7	27.2	26.7	26.1	25.6	25.1
34.0	32.3	31.6	31.0	30.4	29.8	29.2	28.6	28.1	27.5	27.0	26.4	25.9	25.4
34.2	32.6	32.0	31.4	30.7	30.1	29.5	29.0	28.4	27.8	27.3	26.7	26.2	25.7
34.4	33.0	32.4	31.7	31.1	30.5	29.9	29.3	28.7	28.1	27.6	27.0	26.5	26.0
34.6	33.4	32.7	32.1	31.4	30.8	30.2	29.6	29.0	28.5	27.9	27.4	26.8	26.3
34.8	33.8	33.1	32.4	31.8	31.2	30.6	30.0	29.4	28.8	28.2	27.7	27.1	26.6
35.0	34.1	33.5	32.8	32.2	31.5	30.9	30.3	29.7	29.1	28.5	28.0	27.4	26.9
35.2	34.5	33.8	33.2	32.5	31.9	31.2	30.6	30.0	29.4	28.8	28.3	27.7	27.2
35.4	34.9	34.2	33.5	32.9	32.2	31.6	31.0	30.4	29.8	29.2	28.6	28.0	27.5
35.6	35.3	34.6	33.9	33.2	32.6	31.9	31.3	30.7	30.1	29.5	28.9	28.3	27.8
35.8	35.7	35.0	34.3	33.6	32.9	32.3	31.6	31.0	30.4	29.8	29.2	28.6	28.1
36.0	36.0	35.3	34.6	34.0	33.3	32.6	32.0	31.4	30.7	30.1	29.5	28.9	28.4
36.2	36.4	35.7	35.0	34.3	33.6	33.0	32.3	31.7	31.1	30.5	29.9	29.3	28.7
36.4	36.8	36.1	35.4	34.7	34.0	33.3	32.7	32.0	31.4	30.8	30.2	29.6	29.0

续表 F

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)													
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6	
36.6	37.2	36.5	35.8	35.1	34.4	33.7	33.0	32.4	31.7	31.1	30.5	29.9	29.3	
36.8	37.6	36.9	36.2	35.4	34.7	34.1	33.4	32.7	32.1	31.4	30.8	30.2	29.6	
37.0	38.0	37.3	36.5	35.8	35.1	34.4	33.7	33.1	32.4	31.8	31.2	30.5	29.9	
37.2	38.4	37.7	36.9	36.2	35.5	34.8	34.1	33.4	32.8	32.1	31.5	30.9	30.2	
37.4	38.8	38.1	37.3	36.6	35.8	35.1	34.4	33.8	33.1	32.4	31.8	31.2	30.6	
37.6	39.2	38.4	37.7	36.9	36.2	35.5	34.8	34.1	33.4	32.8	32.1	31.5	30.9	
37.8	39.6	38.8	38.1	37.3	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	33.1	32.5	31.8	31.2	
38.0	40.0	39.2	38.5	37.7	37.0	36.2	35.5	34.8	34.1	33.5	32.8	32.2	31.5	
38.2	40.4	39.6	38.9	38.1	37.3	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	33.1	32.5	31.8	
38.4	40.9	40.1	39.3	38.5	37.7	36.3	35.5	34.8	34.2	33.5	32.8	32.2	31.5	
38.6	41.3	40.5	39.7	38.9	38.1	37.4	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	33.2	32.5	
38.8	41.7	40.9	40.1	39.3	38.5	37.7	37.0	36.3	35.5	34.8	34.2	33.5	32.8	
39.0	42.1	41.3	40.5	39.7	38.9	38.1	37.4	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	33.2	
39.2	42.5	41.7	40.9	40.1	39.3	38.5	37.7	37.0	36.3	35.5	34.8	34.2	33.5	
39.4	42.9	42.1	41.3	40.5	39.7	38.9	38.1	37.4	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	
39.6	43.4	42.5	41.7	40.9	40.0	39.3	38.5	37.7	37.0	36.3	35.5	34.8	34.2	
39.8	43.8	42.9	42.1	41.3	40.4	39.6	38.9	38.1	37.3	36.6	35.9	35.2	34.5	
40.0	44.2	43.4	42.5	41.7	40.8	40.0	39.2	38.5	37.7	37.0	36.2	35.5	34.8	
40.2	44.7	43.8	42.9	42.1	41.2	40.4	39.6	38.8	38.1	37.3	36.6	35.9	35.2	
40.4	45.1	44.2	43.3	42.5	41.6	40.8	40.0	39.2	38.4	37.7	36.9	36.2	35.5	
40.6	45.5	44.6	43.7	42.9	42.0	41.2	40.4	39.6	38.8	38.1	37.3	36.6	35.8	
40.8	46.0	45.1	44.2	43.3	42.4	41.6	40.8	40.0	39.2	38.4	37.7	36.9	36.2	
41.0	46.4	45.5	44.6	43.7	42.8	42.0	41.2	40.4	39.6	38.8	38.0	37.3	36.5	
41.2	46.8	45.9	45.0	44.1	43.2	42.4	41.6	40.7	39.9	39.1	38.4	37.6	36.9	

续表 F

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)													
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6	
41.4	47.3	46.3	45.4	44.5	43.7	42.8	42.0	41.1	40.3	39.5	38.7	38.0	37.2	
41.6	47.7	46.8	45.9	45.0	44.1	43.2	42.3	41.5	40.7	39.9	39.1	38.3	37.6	
41.8	48.2	47.2	46.3	45.4	44.5	43.6	42.7	41.9	41.1	40.3	39.5	38.7	37.9	
42.0	48.6	47.7	46.7	45.8	44.9	44.0	43.1	42.3	41.5	40.6	39.8	39.1	38.3	
42.2	49.1	48.1	47.1	46.2	45.3	44.4	43.5	42.7	41.8	41.0	40.2	39.4	38.6	
42.4	49.5	48.5	47.6	46.6	45.7	44.8	43.9	43.1	42.2	41.4	40.6	39.8	39.0	
42.6	50.0	49.0	48.0	47.1	46.1	45.2	44.3	43.5	42.6	41.8	40.9	40.1	39.3	
42.8	50.4	49.4	48.5	47.5	46.6	45.6	44.7	43.9	43.0	42.2	41.3	40.5	39.7	
43.0	50.9	49.9	48.9	47.9	47.0	46.1	45.2	44.3	43.4	42.5	41.7	40.9	40.1	
43.2	51.3	50.3	49.3	48.4	47.4	46.5	45.6	44.7	43.8	42.9	42.1	41.2	40.4	
43.4	51.8	50.8	49.8	48.8	47.8	46.9	46.0	45.1	44.2	43.3	42.5	41.6	40.8	
43.6	52.3	51.2	50.2	49.2	48.3	47.3	46.4	45.5	44.6	43.7	42.8	42.0	41.2	
43.8	52.7	51.7	50.7	49.7	48.7	47.7	46.8	45.9	45.0	44.1	43.2	42.4	41.5	
44.0	53.2	52.2	51.1	50.1	49.1	48.2	47.2	46.3	45.4	44.5	43.6	42.7	41.9	
44.2	53.7	52.6	51.6	50.6	49.6	48.6	47.6	46.7	45.8	44.9	44.0	43.1	42.3	
44.4	54.1	53.1	52.0	51.0	50.0	49.0	48.0	47.1	46.2	45.3	44.4	43.5	42.6	
44.6	54.6	53.5	52.5	51.5	50.4	49.4	48.5	47.5	46.6	45.7	44.8	43.9	43.0	
44.8	55.1	54.0	52.9	51.9	50.9	49.9	48.9	47.9	47.0	46.1	45.1	44.3	43.4	
45.0	55.6	54.5	53.4	52.4	51.3	50.3	49.3	48.3	47.4	46.5	45.5	44.6	43.8	
45.2	56.1	55.0	53.9	52.8	51.8	50.7	49.7	48.8	47.8	46.9	45.9	45.0	44.1	
45.4	56.5	55.4	54.3	53.3	52.2	51.2	50.2	49.2	48.2	47.3	46.3	45.4	44.5	
45.6	57.0	55.9	54.8	53.7	52.7	51.6	50.6	49.6	48.6	47.7	46.7	45.8	44.9	
45.8	57.5	56.4	55.3	54.2	53.1	52.1	51.0	50.0	49.0	48.1	47.1	46.2	45.3	
46.0	58.0	56.9	55.7	54.6	53.6	52.5	51.5	50.5	49.5	48.5	47.5	46.6	45.7	

续表 F

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)													
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6	
46.2	58.5	57.3	56.2	55.1	54.0	52.9	51.9	50.9	49.9	48.9	47.9	47.0	46.1	
46.4	59.0	57.8	56.7	55.6	54.5	53.4	52.3	51.3	50.3	49.3	48.3	47.4	46.4	
46.6	59.5	58.3	57.2	56.0	54.9	53.8	52.8	51.7	50.7	49.7	48.7	47.8	46.8	
46.8	60.0	58.8	57.6	56.5	55.4	54.3	53.2	52.2	51.1	50.1	49.1	48.2	47.2	
47.0	—	59.3	58.1	57.0	55.8	54.7	53.7	52.6	51.6	50.5	49.5	48.6	47.6	
47.2	—	59.8	58.6	57.4	56.3	55.2	54.1	53.0	52.0	51.0	50.0	49.0	48.0	
47.4	—	60.0	59.1	57.9	56.8	55.6	54.5	53.5	52.4	51.4	50.4	49.4	48.4	
47.6	—	—	59.6	58.4	57.2	56.1	55.0	53.9	52.8	51.8	50.8	49.8	48.8	
47.8	—	—	60.0	58.9	57.7	56.6	55.4	54.4	53.3	52.2	51.2	50.2	49.2	
48.0	—	—	—	59.3	58.2	57.0	55.9	54.8	53.7	52.7	51.6	50.6	49.6	
48.2	—	—	—	59.8	58.6	57.5	56.3	55.2	54.1	53.1	52.0	51.0	50.0	
48.4	—	—	—	60.0	59.1	57.9	56.8	55.7	54.6	53.5	52.5	51.4	50.4	
48.6	—	—	—	—	59.6	58.4	57.3	56.1	55.0	53.9	52.9	51.8	50.8	
48.8	—	—	—	—	60.0	58.9	57.7	56.6	55.5	54.4	53.3	52.2	51.2	
49.0	—	—	—	—	—	59.3	58.2	57.0	55.9	54.8	53.7	52.7	51.6	
49.2	—	—	—	—	—	59.8	58.6	57.5	56.3	55.2	54.1	53.1	52.0	
49.4	—	—	—	—	—	60.0	59.1	57.9	56.8	55.7	54.6	53.5	52.4	
49.6	—	—	—	—	—	—	59.6	58.4	57.2	56.1	55.0	53.9	52.9	
49.8	—	—	—	—	—	—	60.0	58.8	57.7	56.6	55.4	54.3	53.3	
50.0	—	—	—	—	—	—	—	59.3	58.1	57.0	55.9	54.8	53.7	
50.2	—	—	—	—	—	—	—	59.8	58.6	57.4	56.3	55.2	54.1	
50.4	—	—	—	—	—	—	—	60.0	59.0	57.9	56.7	55.6	54.5	
50.6	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	58.3	57.2	56.0	54.9	
50.8	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	58.8	57.6	56.5	55.4	

续表 F

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)															
	平均碳化深度值 $d_m$ (mm)															
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	≥6			
51.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.2	58.1	56.9	55.8
51.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.7	58.5	57.3	56.2
51.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	58.9	57.8	56.6
51.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.4	58.2	57.1
51.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.8	58.7	57.5
52.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	59.1	57.9
52.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.5	58.4
52.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.0	58.8
52.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.2
52.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	59.7

注:表中未注明的测区混凝土强度换算值为小于 10 MPa 或大于 60 MPa。表中数值根据曲线公式  $f = 0.034488R_m^{1.9400} \cdot 10^{-0.0173d_m}$  计算。

## 附录 G 回弹法测区混凝土强度换算表 (标称动能 4.5 J 和 5.5 J)

表 G.0.1 回弹仪检测测区混凝土强度换算表(标称动能为 4.5 J)

$R_m$	$f_{cu,i}^c$	$R_m$	$f_{cu,i}^c$	$R_m$	$f_{cu,i}^c$	$R_m$	$f_{cu,i}^c$
28.0	—	42.0	37.6	56.0	58.9	70.0	83.4
29.0	20.6	43.0	39.0	57.0	60.6	71.0	85.2
30.0	21.8	44.0	40.5	58.0	62.2	72.0	87.1
31.0	23.0	45.0	41.9	59.0	63.9	73.0	89.0
32.0	24.3	46.0	43.4	60.0	65.6	74.0	90.9
33.0	25.5	47.0	44.9	61.0	67.3	75.0	92.9
34.0	26.8	48.0	46.4	62.0	69.0	76.0	94.8
35.0	28.1	49.0	47.9	63.0	70.8	77.0	96.8
36.0	29.4	50.0	49.4	64.0	72.5	78.0	98.7
37.0	30.7	51.0	51.0	65.0	74.3	79.0	100.7
38.0	32.1	52.0	52.5	66.0	76.1	80.0	102.7
39.0	33.4	53.0	54.1	67.0	77.9	81.0	104.8
40.0	34.8	54.0	55.7	68.0	79.7	82.0	106.8
41.0	36.2	55.0	57.3	69.0	81.5	83.0	108.8

注:1 表内未列数值可用内插法求得,精确至 0.1 MPa。

2 表中  $R_m$  为测区平均回弹值,  $f_{cu,i}^c$  为测区混凝土强度换算值(MPa)。

3 表中数值是根据曲线公式  $f_{cu,i}^c = -7.83 + 0.75R_m + 0.00779R_m^2$  计算得出。

表 G.0.2 回弹仪检测测区混凝土强度换算表(标称动能为 5.5 J)

$R_m$	$f_{cu,i}^c$	$R_m$	$f_{cu,i}^c$	$R_m$	$f_{cu,i}^c$	$R_m$	$f_{cu,i}^c$
35.6	60.2	39.0	65.2	42.4	70.3	45.8	75.3
35.8	60.5	39.2	65.5	42.6	70.6	46.0	75.6
36.0	60.8	39.4	65.8	42.8	70.9	46.2	75.9
36.2	61.1	39.6	66.1	43.0	71.2	46.4	76.1
36.4	61.4	39.8	66.4	43.2	71.5	46.6	76.4
36.6	61.7	40.0	66.7	43.4	71.8	46.8	76.7
36.8	62.0	40.2	67.0	43.6	72.0	47.0	77.0
37.0	62.3	40.4	67.3	43.8	72.3	47.2	77.3
37.2	62.6	40.6	67.6	44.0	72.6	47.4	77.6
37.4	62.9	40.8	67.9	44.2	72.9	47.6	77.9
37.6	63.2	41.0	68.2	44.4	73.2	47.8	78.2
37.8	63.5	41.2	68.5	44.6	73.5	48.0	78.5
38.0	63.8	41.4	68.8	44.8	73.8	48.2	78.8
38.2	64.1	41.6	69.1	45.0	74.1	48.4	79.1
38.4	64.4	41.8	69.4	45.2	74.4	48.6	79.3
38.6	64.7	42.0	69.7	45.4	74.7	48.8	79.6
38.8	64.9	42.2	70.0	45.6	75.0	49.0	79.9

注:1 表内未列数值可用内插法求得,精确至 0.1 MPa。

2 表中  $R_m$  为测区回弹代表值,  $f_{cu,i}^c$  为测区混凝土强度换算值(MPa)。

3 表中数值根据曲线公式  $f_{cu,i}^c = 2.51246R_m^{0.889}$  计算。

# 附录 H 回弹法混凝土强度检测记录和报告

表 H.0.1 回弹法混凝土强度检测记录

委托单位	工程名称	记录编号																	
施工单位	检测依据	检测日期																	
	委托编号																		
	施工日期																		
编号	测试回弹值 $R_i$																修正后回弹值	测区强度值 (MPa)	修正后强度
构件名称	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	测面修正值	测区强度值 (MPa)	修正后强度
																	测面修正后		
																	角度修正值		
																	角度修正后		
																	回弹平均值		
																	测试面		
																	测试角度		
																	碳化深度 (mm)		

续表 H.0.1

编号	测试回弹值 $R_i$																修正后回弹值	测区强度值 (MPa)	修正后强度	
构件名称	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	测面修正值	测区强度值 (MPa)	修正后强度	
																	测面修正后			
																	角度修正值			
																	角度修正后			
																	回弹平均值			
																	测试面			
																	测试角度			
																	碳化深度 (mm)			
强度换算	$n =$	$1/m_{Fa} =$															$MPa; S_{Fa} =$	$MPa; f_{cm, min} =$	$MPa; 强度推定值 f_{cu,e} =$	MPa
说明	回弹仪	型号	回弹仪检定证书														混凝土龄期 (d)			
		编号	测试人员资格证书														混凝土设计强度等级			
		率定值	测强曲线类别														检测环境温度 (°C)			
测试																	计算	记录	复核	共 页 第 页

表 H.0.2 回弹法混凝土强度检测报告

委托单位  
施工单位  
工程名称

报告编号  
施工日期  
报告日期

构件名称		混凝土抗压强度换算值(MPa)				记录编号	混凝土强度 推定值	强度推定公式
测区 编号	测区换算 强度 $f_{cu,i}^c$	平均值 $m_{f_{cu}}^c$	标准差 $S_{f_{cu}}^c$	最小值 $f_{cu,min}^c$	现龄期混 凝土强度 推定值 $f_{cu,e}^c$ (MPa)			
							按单个检测 测区小于 10 个时: $f_{cu,e}^c = f_{cu,min}^c$  单个检测测 区大于 10 个 或按批检测: $f_{cu,e}^c = m_{f_{cu}}^c -$ $1.645S_{f_{cu}}^c$	
按批检测计算结果								
说 明	回弹仪	型号/编号						
		率定值						
	测试 资质	回弹仪检定证号						
		测试人员上岗证号						
		测强曲线类别						
	其他	混凝土设计强度等级						
检测时环境温度(°C)								
检测时混凝土龄期(d)								
检测日期								
检测评定依据:					试验结论:			

测试          计算          复核          批准          单位(章)

### 附录 J 回弹法测强曲线的验证方法 (标称动能 4.5 J 和 5.5 J)

J.0.1 采用本规程测强曲线前应进行验证。

J.0.2 回弹仪应符合本规程第 5.2 节的规定。

J.0.3 测强曲线可按下列步骤进行验证:

1 根据本地区具体情况,选用混凝土的原材料和配合比,制作强度等级为 C50 ~ C100,边长为 150 mm 混凝土立方体标准试件各 5 组,每组 6 块,并自然养护。

2 按 7 d、14 d、28 d、60 d 和 90 d 进行待验证测强曲线对应方法的测试和试件抗压试验。

3 根据每个试件测得的回弹值计算出换算强度。

4 根据实测试件抗压强度和换算强度,按下式计算相对标准差( $e_r$ ):

$$e_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( \frac{f_{cu,i}^c}{f_{cu,i}^c} - 1 \right)^2} \times 100\% \quad (J.0.3)$$

式中  $e_r$ ——相对标准差;

$f_{cu,i}^c$ ——第  $i$  个立方体标准试件的抗压强度实测值(MPa);

$f_{cu,i}^c$ ——第  $i$  个立方体标准试件按相应的检测方法测强曲线公式计算的抗压强度换算值(MPa)。

5 当相对标准差小于或等于 15% 时,可使用本规程测强曲线;当相对标准差大于 15%,应采用钻取混凝土芯样或同条件标准试件对检测结果进行修正或另建立测强曲线。

## 附录 K 空气中超声波声速测试方法

### K.0.1 测试步骤

取平面换能器一对,接于超声波仪器上,开机预热 30 min,在空气中将两换能器辐射面对准,在变动两辐射面相隔距离的情况下(如 0.1 m, 0.15 m, 0.2 m, 0.25 m, 0.3 m, 0.35 m, 0.4 m),将接收信号尽可能放大,以手动游标或自动关门方式测出相应于各间距的声时读数  $t_1, t_2, t_3, \dots$ ,同时测量空气温度  $T$ (准确至 0.2 °C)。

测量时,换能器间距的测量误差应小于或等于 0.5%,换能器宜悬空相对,若置于地板或桌上时,应在换能器下面垫海绵块。

### K.0.2 计算空气声速

以换能器距离为纵坐标,声时读数为横坐标,将各组数据点绘在直角坐标图上,各点应在一直线上。在坐标纸上画出该直线,并算出直线斜率,即为空气声速实测值  $v^0$ 。

### K.0.3 空气声速计算值应按下式计算:

$$v^c = 340.3 \sqrt{1 + 0.003663T} \quad (\text{K.0.3})$$

式中  $v^c$ ——空气声速计算值(m/s);

$T$ ——空气温度(°C)。

### K.0.4 误差计算

空气声速计算值  $v^c$  与空气声速实测值  $v^0$  之间相对误差  $e$  应按下式计算:

$$e = \frac{v^c - v^0}{v^c} \times 100\% \quad (\text{K.0.4})$$

超声仪在正常情况下,相对误差不应大于  $\pm 0.5\%$ 。

## 附录 L 超声回弹综合法专用或地区区测强曲线的制定方法

L.0.1 采用的回弹仪应符合本规程第 6.2.1 条的各项规定。

L.0.2 采用的超声波检测仪应符合本规程第 6.2.2 条和第 6.2.3 条的各项规定。

L.0.3 选用的换能器应符合本规程第 6.2.2 条的各项规定。

L.0.4 混凝土材料应符合现行《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424 的要求。

L.0.5 选用本单位常用胶凝材料、粗骨料、细骨料、外加剂等原材料,按最佳配合比制作混凝土强度等级为 C10 ~ C100 的边长为 150 mm 立方体试件。

L.0.6 试件试验应按下列步骤进行:

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

2 每一龄期的每组试件由 3 个(或 6 个)试件组成。

3 每种强度等级的试件数不应少于 30 个,并宜在同一天成型。

4 试件采用振动台成型,成型后的第 2 天拆模。

5 自然养护时,应将试件移至不直接受日晒雨淋处,按品字形堆放,盖上草袋并洒水养护。蒸汽养护时,则试件静停时间和养护条件应与构件相同。

L.0.7 试件声时值测试时,应按下列规定进行:

1 试件声时测量应取试件浇筑方向的侧面为测试面,宜采用黄油为耦合剂。

2 声时测量应采用对测法,在一个相对测试面上测 3 点(测



点布置如图 L.0.7 所示,发射和接收换能器轴线应在一直线上,试件声时值( $t_m$ )为 3 点平均值,保留小数点后一位数字。试件边长测量精确至 1 mm,测量允许误差为  $\pm 1\%$ 。

3 试件的声速值应按下式计算:

$$v_a = l/t_m \quad (\text{L.0.7})$$

式中  $v_a$ ——试件声速值(km/s),精确至 0.01 km/s;

$l$ ——超声测距(mm)。

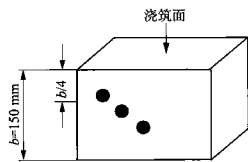


图 L.0.7 声时测量测点布置示意

L.0.8 试件回弹值应按下列规定进行测试:

1 回弹值测试应选用不同于声时测量的另一相对侧面,将试件油污擦净放置在压力机上下承压板之间,加压至 30 kN ~ 50 kN,并在此压力下,在试件相对测试面上按本规程第 5.3.2 条的规定各弹击 8 次,将 16 个回弹值中剔除 3 个最大值和 3 个最小值,将余下 10 个回弹值的平均值作为该试件的回弹值  $R_m$ ,计算精确至 0.1。

2 回弹值测试完毕后卸荷,将回弹面放置在压力机承压板间,按《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 规定的加荷速度连续均匀加荷至破坏,抗压强度值  $f_{cu,i}$  精确至 0.1 MPa。

L.0.9 测强曲线按下述步骤进行计算:

1 将各试件测试所得的声速值  $v_a$ 、回弹值  $R_m$  及试件抗压强度  $f_{cu,i}$  汇总,进行多元回归分析和误差分析。

2 回归分析时,可采用下列回归方程式:

$$f_{cu,i}^c = av_a^b R_m^c \quad (\text{L.0.9-1})$$

式中  $a$ ——常数项系数;

$b, c$ ——回归系数;

$f_{cu,i}^c$ ——混凝土强度换算值(MPa)。

3 回归曲线的相对标准差  $e_r$  可按下式计算:

$$e_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( \frac{f_{cu,i}^c}{f_{cu,i}} - 1 \right)^2} \times 100\% \quad (\text{L.0.9-2})$$

式中  $e_r$ ——相对标准差,精确至 0.1%;

$f_{cu,i}$ ——第  $i$  个立方体试件抗压强度,精确至 0.1 MPa;

$f_{cu,i}^c$ ——对应第  $i$  个立方体试件按式(L.0.9-1)计算的强度换算值,精确至 0.1 MPa。

L.0.10 经上述计算,如回归方程式的误差符合本规程第 6.4.2 条的规定,则可作为专用或地区测强曲线。

L.0.11 强度换算标准与所试验的范围不得外推。

## 附录 M 超声回弹综合法测强曲线的验证方法

**M.0.1** 如缺少专用或地区测强曲线时,在采用本规程基准测强曲线前,应进行验证。

**M.0.2** 测强曲线按下列方法进行验证:

1 选用该地区常用混凝土的原材料按最佳配合比配制强度等级为 C10 ~ C100 的混凝土,制作边长为 150 mm 立方体试件。C50 以下混凝土试件各 3 组,C50 及以上混凝土试件各 6 组,采用自然养护。

2 使用符合本规程第 6.2.1 条和第 6.2.2 条各项要求的回弹仪和超声波检测仪。

3 C50 以下混凝土按龄期为 28 d、60 d 和 90 d 进行综合法测试和试件抗压试验,C50 及以上混凝土增加 3 d、7 d 和 14 d 龄期的综合法测试和试件抗压试验。

4 根据每个试件测得的回弹值  $R_m$ 、超声声速值  $v_a$ ,由表 N.0.1—1 和表 N.0.1—2 查出强度换算值  $f_{cu,i}^c$ 。

5 将实测试件抗压强度  $f_{cu,i}$  和查表所得强度换算值  $f_{cu,i}^c$ ,按式(L.0.9—1)和式(L.0.9—2)进行计算,如相对标准差  $e_r \leq 15\%$ ,则可使用本规程附录 N 测强曲线,如相对标准差  $e_r > 15\%$ ,应另建立专用或地区测强曲线。

## 附录 N 超声回弹综合法测区混凝土强度换算表

表 N.0.1—1 超声回弹综合法测区混凝土强度换算表(卵石)

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.04	4.04
23.0	—	—	10.0	10.0	10.1	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5	10.6	10.6	10.7		
24.0	10.6	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.5		
25.0	11.4	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.1	12.2	12.3	12.4		
26.0	12.2	12.3	12.4	12.5	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0	13.1	13.2	13.3		
27.0	13.0	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2		
28.0	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.1	15.2		
29.0	14.8	14.9	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1		
30.0	15.7	15.8	15.9	16.0	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.8	16.9	17.0	17.1		
31.0	16.6	16.7	16.9	17.0	17.1	17.3	17.4	17.5	17.6	17.8	17.9	18.0	18.2		
32.0	17.6	17.7	17.8	18.0	18.1	18.2	18.4	18.5	18.7	18.8	18.9	19.1	19.2		
33.0	18.6	18.7	18.8	19.0	19.1	19.3	19.4	19.6	19.7	19.8	20.0	20.1	20.3		
34.0	19.6	19.7	19.9	20.0	20.2	20.3	20.5	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4		
35.0	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.5	21.7	21.9	22.0	22.2	22.3	22.5		
36.0	21.7	21.8	22.0	22.1	22.3	22.5	22.6	22.8	23.0	23.1	23.3	23.5	23.6		
37.0	22.7	22.9	23.1	23.2	23.4	23.6	23.8	23.9	24.1	24.3	24.5	24.6	24.8		
38.0	23.8	24.0	24.2	24.4	24.6	24.7	24.9	25.1	25.3	25.5	25.7	25.8	26.0		
39.0	24.9	25.1	25.3	25.5	25.7	25.9	26.1	26.3	26.5	26.7	26.9	27.1	27.2		
40.0	26.1	26.3	26.5	26.7	26.9	27.1	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5		
41.0	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3	29.6	29.8		

续表 N. 0. 1—1

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_a$ (km/s)													
	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.04
42.0	28.4	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.1	
43.0	29.7	29.9	30.1	30.3	30.6	30.8	31.0	31.2	31.5	31.7	31.9	32.2	32.4	
44.0	30.9	31.1	31.3	31.6	31.8	32.1	32.3	32.5	32.8	33.0	33.2	33.5	33.7	
45.0	32.1	32.4	32.6	32.9	33.1	33.4	33.6	33.9	34.1	34.3	34.6	34.8	35.1	
46.0	33.4	33.7	33.9	34.2	34.4	34.7	34.9	35.2	35.4	35.7	36.0	36.2	36.5	
47.0	34.7	35.0	35.2	35.5	35.8	36.0	36.3	36.6	36.8	37.1	37.4	37.6	37.9	
48.0	36.0	36.3	36.6	36.8	37.1	37.4	37.7	37.9	38.2	38.5	33.8	39.1	39.3	
49.0	37.4	37.6	37.9	38.2	38.5	38.8	39.1	39.4	39.6	39.9	40.2	40.5	40.8	
50.0	38.7	39.0	39.3	39.6	39.9	40.2	40.5	40.8	41.1	41.4	41.7	42.0	42.3	
51.0	40.1	40.4	40.7	41.0	41.3	41.6	41.9	42.2	42.5	42.9	43.2	43.5	43.8	
52.0	41.5	41.8	42.1	42.4	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0	44.4	44.7	45.0	45.3	
53.0	42.9	43.2	43.6	43.9	44.2	44.6	44.9	45.2	45.5	45.9	46.2	46.5	46.9	
54.0	44.4	44.7	45.0	45.4	45.7	46.1	46.4	46.7	47.1	47.4	47.8	48.1	48.5	
55.0	45.8	46.2	46.5	46.9	47.2	47.6	47.9	48.3	48.6	49.0	49.3	49.7	50.0	
平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_a$ (km/s)													
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30	4.30
21.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	
22.0	10.0	10.0	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.5	10.5	10.6	10.7	10.8	10.8	
23.0	10.8	10.9	10.9	11.0	11.1	11.2	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.6	11.7	
24.0	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.5	12.6	
25.0	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	12.9	13.0	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	
26.0	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.4	14.5	
27.0	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.6	

续表 N. 0. 1—1

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_a$ (km/s)													
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30	4.30
28.0	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.6	
29.0	16.2	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	
30.0	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.9	18.0	18.1	18.2	18.4	18.5	18.6	18.7	
31.0	18.3	18.4	18.5	18.7	18.8	18.9	19.1	19.2	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9	
32.0	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.2	20.3	20.4	20.6	20.7	20.9	21.0	
33.0	20.4	20.6	20.7	20.9	21.0	21.1	21.3	21.4	21.6	21.7	21.9	22.0	22.2	
34.0	21.5	21.7	21.8	22.0	22.1	22.3	22.4	22.6	22.8	22.9	23.1	23.2	23.4	
35.0	22.7	22.8	23.0	23.1	23.3	23.5	23.6	23.8	24.0	24.1	24.3	24.4	24.6	
36.0	23.8	24.0	24.2	24.3	24.5	24.7	24.8	25.0	25.2	25.4	25.5	25.7	25.9	
37.0	25.0	25.2	25.4	25.5	25.7	25.9	26.1	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2	
38.0	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.1	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5	
39.0	27.4	27.6	27.8	28.0	28.2	28.4	28.6	28.8	29.0	29.2	29.4	29.6	29.8	
40.0	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.8	31.0	31.2	
41.0	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.0	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1	32.3	32.6	
42.0	31.3	31.5	31.7	32.0	32.2	32.4	32.6	32.8	33.1	33.3	33.5	33.8	34.0	
43.0	32.6	32.8	33.1	33.3	33.5	33.8	34.0	34.2	34.5	34.7	34.9	35.2	35.4	
44.0	34.0	34.2	34.4	34.7	34.9	35.2	35.4	35.7	35.9	36.2	36.4	36.6	36.9	
45.0	35.3	35.6	35.8	36.1	36.4	36.6	36.9	37.1	37.4	37.6	37.9	38.1	38.4	
46.0	36.7	37.0	37.3	37.5	37.8	38.1	38.3	38.6	38.8	39.1	39.4	39.6	39.9	
47.0	38.2	38.4	38.7	39.0	39.3	39.5	39.8	40.1	40.4	40.6	40.9	41.2	41.5	
48.0	39.6	39.9	40.2	40.5	40.7	41.0	41.3	41.6	41.9	42.2	42.5	42.7	43.0	
49.0	41.1	41.4	41.7	42.0	42.3	42.6	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0	44.3	44.6	
50.0	42.6	42.9	43.2	43.5	43.8	44.1	44.4	44.7	45.0	45.3	45.6	45.9	46.3	
51.0	44.1	44.4	44.7	45.0	45.4	45.7	46.0	46.3	46.6	46.9	47.3	47.6	47.9	

续表 N. 0. 1—1

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	4. 06	4. 08	4. 10	4. 12	4. 14	4. 16	4. 18	4. 20	4. 22	4. 24	4. 26	4. 28	4. 30		
52. 0	45. 6	46. 0	46. 3	46. 6	46. 9	47. 3	47. 6	47. 9	48. 3	48. 6	48. 9	49. 2	49. 6		
53. 0	47. 2	47. 5	47. 9	48. 2	48. 6	48. 9	49. 2	49. 6	49. 9	50. 2	50. 6	50. 9	51. 3		
54. 0	48. 8	49. 1	49. 5	49. 8	50. 2	50. 5	50. 9	51. 2	51. 6	51. 9	52. 3	52. 6	53. 0		
55. 0	50. 4	50. 8	51. 1	51. 5	51. 8	52. 2	52. 6	52. 9	53. 3	53. 7	54. 0	54. 4	54. 7		
平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	4. 32	4. 34	4. 36	4. 38	4. 40	4. 42	4. 44	4. 46	4. 48	4. 50	4. 52	4. 54	4. 56		
20. 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10. 0		
21. 0	10. 0	10. 1	10. 2	10. 2	10. 3	10. 4	10. 4	10. 5	10. 6	10. 6	10. 7	10. 8	10. 8		
22. 0	10. 9	11. 0	11. 0	11. 1	11. 2	11. 3	11. 3	11. 4	11. 5	11. 6	11. 6	11. 7	11. 8		
23. 0	11. 8	11. 9	11. 9	12. 0	12. 1	12. 2	12. 3	12. 3	12. 4	12. 5	12. 6	12. 7	12. 7		
24. 0	12. 7	12. 8	12. 9	13. 0	13. 1	13. 1	13. 2	13. 3	13. 4	13. 5	13. 6	13. 7	13. 7		
25. 0	13. 7	13. 8	13. 8	13. 9	14. 0	14. 1	14. 2	14. 3	14. 4	14. 5	14. 6	14. 7	14. 8		
26. 0	14. 6	14. 7	14. 8	14. 9	15. 0	15. 1	15. 2	15. 3	15. 4	15. 5	15. 6	15. 7	15. 8		
27. 0	15. 7	15. 8	15. 9	16. 0	16. 1	16. 2	16. 3	16. 4	16. 5	16. 6	16. 7	16. 8	16. 9		
28. 0	16. 7	16. 8	16. 9	17. 0	17. 1	17. 3	17. 4	17. 5	17. 6	17. 7	17. 8	17. 9	18. 0		
29. 0	17. 8	17. 9	18. 0	18. 1	18. 2	18. 4	18. 5	18. 6	18. 7	18. 8	19. 0	19. 1	19. 2		
30. 0	18. 9	19. 0	19. 1	19. 2	19. 4	19. 5	19. 6	19. 7	19. 9	20. 0	20. 1	20. 3	20. 4		
31. 0	20. 0	20. 1	20. 3	20. 4	20. 5	20. 7	20. 8	20. 9	21. 1	21. 2	21. 3	21. 5	21. 6		
32. 0	21. 1	21. 3	21. 4	21. 6	21. 7	21. 9	22. 0	22. 1	22. 3	22. 4	22. 6	22. 7	22. 9		
33. 0	22. 3	22. 5	22. 6	22. 8	22. 9	23. 1	23. 2	23. 4	23. 5	23. 7	23. 8	24. 0	24. 1		
34. 0	23. 5	23. 7	23. 9	24. 0	24. 2	24. 3	24. 5	24. 6	24. 8	25. 0	25. 1	25. 3	25. 4		
35. 0	24. 8	24. 9	25. 1	25. 3	25. 4	25. 6	25. 8	25. 9	26. 1	26. 3	26. 4	26. 6	26. 8		
36. 0	26. 0	26. 2	26. 4	26. 6	26. 7	26. 9	27. 1	27. 3	27. 4	27. 6	27. 8	28. 0	28. 1		

续表 N. 0. 1—1

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)															
	超声声速 $v_a$ (km/s)															
	4. 32	4. 34	4. 36	4. 38	4. 40	4. 42	4. 44	4. 46	4. 48	4. 50	4. 52	4. 54	4. 56			
37. 0	27. 3	27. 5	27. 7	27. 9	28. 1	28. 3	28. 4	28. 6	28. 8	29. 0	29. 2	29. 4	29. 5			
38. 0	28. 7	28. 8	29. 0	29. 2	29. 4	29. 6	29. 8	30. 0	30. 2	30. 4	30. 6	30. 8	31. 0			
39. 0	30. 0	30. 2	30. 4	30. 6	30. 8	31. 0	31. 2	31. 4	31. 6	31. 8	32. 0	32. 2	32. 4			
40. 0	31. 4	31. 6	31. 8	32. 0	32. 2	32. 4	32. 6	32. 9	33. 1	33. 3	33. 5	33. 7	33. 9			
41. 0	32. 8	33. 0	33. 2	33. 4	33. 7	33. 9	34. 1	34. 3	34. 5	34. 8	35. 0	35. 2	35. 4			
42. 0	34. 2	34. 4	34. 7	34. 9	35. 1	35. 4	35. 6	35. 8	36. 0	36. 3	36. 5	36. 7	37. 0			
43. 0	35. 7	35. 9	36. 1	36. 4	36. 6	36. 9	37. 1	37. 3	37. 6	37. 8	38. 1	38. 3	38. 5			
44. 0	37. 1	37. 4	37. 6	37. 9	38. 1	38. 4	38. 6	38. 9	39. 1	39. 4	39. 6	39. 9	40. 1			
45. 0	38. 6	38. 9	39. 2	39. 4	39. 7	39. 9	40. 2	40. 5	40. 7	41. 0	41. 2	41. 5	41. 8			
46. 0	40. 2	40. 4	40. 7	41. 0	41. 3	41. 5	41. 8	42. 1	42. 3	42. 6	42. 9	34. 2	43. 4			
47. 0	41. 7	42. 0	42. 3	42. 6	42. 9	43. 1	43. 4	43. 7	44. 0	44. 3	44. 5	44. 8	45. 1			
48. 0	43. 3	43. 6	43. 9	44. 2	44. 5	44. 8	45. 1	45. 4	45. 6	45. 9	46. 2	46. 5	46. 8			
49. 0	44. 9	45. 2	45. 5	45. 8	46. 1	46. 4	46. 7	47. 0	47. 3	47. 6	48. 0	48. 3	48. 6			
50. 0	46. 6	46. 9	47. 2	47. 5	47. 8	48. 1	48. 4	48. 8	49. 1	49. 4	49. 7	50. 0	50. 3			
51. 0	48. 2	48. 5	48. 9	49. 2	49. 5	49. 8	50. 2	50. 5	50. 8	51. 1	51. 5	51. 8	52. 1			
52. 0	49. 9	50. 2	50. 6	50. 9	51. 2	51. 6	51. 9	52. 3	52. 6	52. 9	53. 3	53. 6	53. 9			
53. 0	51. 6	52. 0	52. 3	52. 7	53. 0	53. 3	53. 7	54. 0	54. 4	54. 7	55. 1	55. 4	55. 8			
54. 0	53. 4	53. 7	54. 1	54. 4	54. 8	55. 1	55. 5	55. 9	56. 2	56. 6	56. 9	57. 3	57. 7			
55. 0	55. 1	55. 5	55. 9	56. 2	56. 6	57. 0	57. 3	57. 7	58. 1	58. 5	58. 8	59. 2	59. 6			
平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)															
	超声声速 $v_a$ (km/s)															
	4. 58	4. 60	4. 62	4. 64	4. 66	4. 68	4. 70	4. 72	4. 74	4. 76	4. 78	4. 80	4. 82			
20. 0	10. 0	10. 1	10. 1	10. 2	10. 3	10. 3	10. 4	10. 5	10. 5	10. 6	10. 6	10. 7	10. 8			
21. 0	10. 9	11. 0	11. 1	11. 1	11. 2	11. 3	11. 4	11. 5	11. 5	11. 6	11. 7	11. 7	11. 7			

续表 N. 0. 1—1

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	超声声速 $v_a$ (km/s)												
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
22.0	11.9	11.9	12.0	12.1	12.2	12.2	12.3	12.4	12.5	12.5	12.6	12.7	12.8
23.0	12.8	12.9	13.0	13.1	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.6	13.7	13.8
24.0	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9
25.0	14.9	15.0	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0
26.0	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1
27.0	17.0	17.1	17.2	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3
28.0	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	19.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5
29.0	19.3	19.4	19.6	19.7	19.8	19.9	20.1	20.2	20.3	20.4	20.5	20.7	20.8
30.0	20.5	20.6	20.8	20.9	21.0	21.2	21.3	21.4	21.6	21.7	21.8	22.0	22.1
31.0	21.7	21.9	22.0	22.2	22.3	22.4	22.6	22.7	22.8	23.0	23.1	23.3	23.4
32.0	23.0	23.1	23.3	23.4	23.6	23.7	23.9	24.0	24.2	24.3	24.5	24.6	24.8
33.0	24.3	24.4	24.6	24.7	24.9	25.1	25.2	25.4	25.5	25.7	25.8	26.0	26.1
34.0	25.6	25.8	25.9	26.1	26.2	26.4	26.6	26.7	26.9	27.1	27.2	27.4	27.6
35.0	26.9	27.1	27.3	27.5	27.6	27.8	28.0	28.1	28.3	28.5	28.7	28.8	29.0
36.0	28.3	28.5	28.7	28.9	29.0	29.2	29.4	29.6	29.8	29.9	30.1	30.3	30.5
37.0	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0
38.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0	32.2	32.4	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5
39.0	32.6	32.8	33.0	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.5	34.7	34.9	35.1
40.0	34.1	34.3	34.6	34.8	35.0	35.2	35.4	35.6	35.9	36.1	36.3	36.5	36.7
41.0	35.7	35.9	36.1	36.3	36.6	36.8	37.0	37.2	37.5	37.7	37.9	38.1	38.4
42.0	37.2	37.4	37.7	37.9	38.1	38.4	38.6	38.9	39.1	39.3	39.6	39.8	40.0
43.0	38.8	39.0	39.3	39.5	39.8	40.0	40.3	40.5	40.8	41.0	41.2	41.5	41.7
44.0	40.4	40.7	40.9	41.2	41.4	41.7	41.9	42.2	42.4	42.7	43.0	43.2	43.5
45.0	42.0	42.3	42.6	42.8	43.1	43.4	43.6	43.9	44.2	44.4	44.7	45.0	45.2

续表 N. 0. 1—1

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	超声声速 $v_a$ (km/s)												
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82
46.0	43.7	44.0	44.3	44.5	44.8	45.1	45.4	45.6	45.9	46.2	46.5	46.8	47.0
47.0	45.4	45.7	46.0	46.3	46.5	46.8	47.1	47.4	47.7	48.0	48.3	48.6	48.9
48.0	47.1	47.4	47.7	48.0	48.3	48.6	48.9	49.2	49.5	49.8	50.1	50.4	50.7
49.0	48.9	49.2	49.5	49.8	50.1	50.4	50.7	51.0	51.3	51.7	52.0	52.3	52.6
50.0	50.6	51.0	51.3	51.6	51.9	52.2	52.6	52.9	53.2	53.5	53.9	54.2	54.5
51.0	52.5	52.8	53.1	53.4	53.8	54.1	54.4	54.8	22.1	55.4	55.8	56.1	56.5
52.0	54.3	54.6	55.0	55.3	55.7	56.0	56.3	56.7	57.0	57.4	57.7	58.1	58.4
53.0	56.1	56.5	56.9	57.2	57.6	57.9	58.3	58.6	59.0	59.4	59.7	60.1	60.4
54.0	58.0	58.4	58.8	59.1	59.5	59.9	60.2	60.6	61.0	61.3	61.7	62.1	62.5
55.0	60.0	60.3	60.7	61.1	61.5	61.8	62.2	62.6	63.0	63.4	63.8	64.1	64.5
平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	超声声速 $v_a$ (km/s)												
	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08
20.0	10.8	10.9	11.0	11.0	11.1	11.2	11.2	11.3	11.4	11.4	11.5	11.6	11.6
21.0	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1	12.2	12.2	12.3	12.4	12.5	12.5	12.6	12.7
22.0	12.8	12.9	13.0	13.1	13.1	13.2	13.3	13.4	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8
23.0	13.9	14.0	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9
24.0	15.0	15.1	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.0
25.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3
26.0	17.2	17.3	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5
27.0	18.4	18.5	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.4	19.7	19.8
28.0	19.7	19.8	19.9	20.0	20.1	20.2	20.4	20.5	20.6	20.7	20.8	21.0	21.1
29.0	20.9	21.0	21.2	21.3	21.4	21.5	21.7	21.8	21.9	22.0	22.2	22.3	22.4
30.0	22.2	22.3	22.5	22.6	22.7	22.9	23.0	23.1	23.3	23.4	23.5	23.7	23.8

续表 N. 0. 1—1

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08		
31.0	23.5	23.7	23.8	24.0	24.1	24.2	24.4	24.5	24.7	24.8	25.0	25.1	25.2		
32.0	24.9	25.0	25.2	25.3	25.5	25.6	25.8	25.9	26.1	26.2	26.4	26.5	26.7		
33.0	26.3	26.5	26.6	26.8	26.9	27.1	27.2	27.4	27.6	27.7	27.9	28.0	28.2		
34.0	27.7	27.9	28.0	28.2	28.4	28.5	28.7	28.9	29.0	29.2	29.4	29.6	29.7		
35.0	29.2	29.4	29.5	29.7	29.9	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	30.9	31.1	31.3		
36.0	30.7	30.9	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9		
37.0	32.2	32.4	32.6	32.8	33.0	33.2	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.5		
38.0	33.7	33.9	34.1	34.4	34.6	34.8	35.0	35.2	35.4	35.6	35.8	36.0	36.2		
39.0	35.3	35.5	35.8	36.0	36.2	36.4	36.6	36.8	37.0	37.2	37.5	37.7	37.9		
40.0	37.0	37.2	37.4	37.6	37.8	38.1	38.3	38.5	38.7	38.9	39.2	39.4	39.6		
41.0	38.6	38.8	39.1	39.3	39.5	39.8	40.0	40.2	40.5	40.7	40.9	41.2	41.4		
42.0	40.3	40.5	40.8	41.0	41.2	41.5	41.7	42.0	42.2	42.5	42.7	42.9	43.2		
43.0	42.0	42.2	42.5	42.7	43.0	43.3	43.5	43.8	44.0	44.3	44.5	44.8	45.0		
44.0	43.7	44.0	44.3	44.5	44.8	45.0	45.3	45.6	45.8	46.1	46.4	46.6	46.9		
45.0	45.5	45.8	46.1	46.3	46.6	46.9	47.1	47.4	47.7	48.0	48.2	48.5	48.8		
46.0	47.3	47.6	47.9	48.2	48.4	48.7	49.0	49.3	49.6	49.9	50.2	50.4	50.7		
47.0	49.2	49.4	49.7	50.0	50.3	50.6	50.9	51.2	51.5	51.8	52.1	52.4	52.7		
48.0	51.0	51.3	51.6	51.9	52.2	52.5	52.8	53.2	53.5	53.8	54.1	54.4	54.7		
49.0	52.9	53.2	53.5	53.9	54.2	54.5	54.8	55.1	55.4	55.8	56.1	56.4	56.7		
50.0	54.8	55.2	55.5	55.8	56.1	56.5	56.8	57.1	57.5	57.8	58.1	58.5	58.8		
51.0	56.8	57.1	57.5	57.8	58.1	58.5	58.8	59.2	59.4	59.9	60.2	60.5	60.9		
52.0	58.8	59.1	59.5	59.8	60.2	60.5	60.9	61.2	61.6	61.9	62.3	62.7	63.0		
53.0	60.8	61.2	61.5	61.9	62.2	62.6	63.0	63.3	63.7	64.1	64.4	64.8	65.2		
54.0	62.8	63.2	63.6	64.0	64.3	64.7	65.1	65.5	65.8	66.2	66.6	67.0	67.4		
55.0	64.9	65.3	65.7	66.1	66.5	66.8	67.2	67.6	68.0	68.4	68.8	69.2	69.6		

续表 N. 0. 1—1

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34		
20.0	11.7	11.8	11.8	11.9	12.0	12.0	12.1	12.2	12.2	12.3	12.4	12.4	12.5		
21.0	12.7	12.8	12.9	13.0	13.0	13.1	13.2	13.3	13.3	13.4	13.5	13.5	13.6		
22.0	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.2	14.3	14.4	14.5	14.5	14.6	14.7	14.8		
23.0	15.0	15.1	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0		
24.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.2	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.2		
25.0	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5		
26.0	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.7	19.8	19.9		
27.0	19.9	20.0	20.1	20.2	20.3	20.4	20.6	20.7	20.8	20.9	21.0	21.1	21.2		
28.0	21.2	21.3	21.4	21.6	21.7	21.8	21.9	22.0	22.2	22.3	22.4	22.5	22.6		
29.0	22.6	22.7	22.8	22.9	23.1	23.2	23.2	23.5	23.6	23.7	23.8	24.0	24.1		
30.0	24.0	24.1	24.2	24.4	24.5	24.6	24.8	24.9	25.0	25.2	25.3	25.5	25.6		
31.0	25.4	25.5	25.7	25.8	26.0	26.1	26.2	26.4	26.5	26.7	26.8	27.0	27.1		
32.0	26.8	27.0	27.2	27.3	27.5	27.6	27.8	27.9	28.1	28.2	28.4	28.5	28.7		
33.0	28.4	28.5	28.7	28.8	29.0	29.2	29.3	29.5	29.6	29.8	30.0	30.1	30.3		
34.0	29.9	30.1	30.2	30.4	30.6	30.7	30.9	31.1	21.2	31.4	31.6	31.8	31.9		
35.0	31.5	31.6	31.8	32.0	32.2	32.4	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.4	33.6		
36.0	33.1	33.3	33.4	33.6	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6	34.8	34.9	35.1	35.3		
37.0	34.7	34.9	35.1	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3	36.5	36.7	36.9	37.1		
38.0	36.4	36.6	36.8	37.0	37.2	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2	38.5	38.7	38.9		
39.0	38.1	38.3	38.5	38.7	39.0	39.2	39.4	39.6	39.8	40.0	40.3	40.5	40.7		
40.0	39.8	40.1	40.3	40.5	40.7	41.0	41.2	41.4	41.7	41.9	42.1	42.3	42.6		
41.0	41.6	41.9	42.1	42.3	42.6	42.8	43.0	43.3	43.5	43.8	44.0	44.2	44.5		
42.0	43.4	43.7	43.9	44.2	44.4	44.7	44.9	45.2	45.4	45.7	45.9	46.2	46.4		
43.0	45.3	45.5	45.8	46.0	46.3	46.6	46.8	47.1	47.3	47.6	47.9	48.1	48.4		

续表 N. 0. 1—1

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)																
	超声声速 $v_a$ (km/s)																
	5. 10	5. 12	5. 14	51. 6	5. 18	5. 20	5. 22	5. 24	5. 26	5. 28	5. 30	5. 32	5. 34				
44. 0	47. 2	47. 4	47. 7	48. 0	48. 2	48. 5	48. 8	49. 0	49. 3	49. 6	49. 8	50. 1	50. 4				
45. 0	49. 1	49. 3	49. 6	49. 9	50. 2	50. 5	50. 7	51. 0	51. 3	51. 6	51. 9	52. 1	52. 4				
46. 0	51. 0	51. 3	51. 6	51. 9	52. 2	52. 5	52. 8	53. 0	53. 3	53. 6	53. 9	54. 2	54. 5				
47. 0	53. 0	53. 3	53. 6	53. 9	54. 2	54. 5	54. 8	55. 1	55. 4	55. 7	56. 0	56. 3	56. 6				
48. 0	55. 0	55. 3	55. 6	55. 9	56. 3	56. 6	56. 9	57. 2	57. 5	57. 8	58. 1	58. 5	58. 8				
49. 0	57. 1	57. 4	57. 7	58. 0	58. 3	58. 7	59. 0	59. 3	59. 6	60. 0	60. 3	60. 6	61. 0				
50. 0	59. 1	59. 5	59. 8	60. 1	60. 5	60. 8	61. 1	61. 5	61. 8	62. 2	62. 5	62. 8	63. 2				
51. 0	61. 2	61. 6	61. 9	62. 3	62. 6	63. 0	63. 3	63. 7	64. 0	64. 4	64. 7	65. 1	65. 4				
52. 0	63. 4	63. 7	64. 1	64. 5	64. 8	65. 2	65. 5	65. 9	66. 3	66. 6	67. 0	67. 3	67. 7				
53. 0	65. 5	65. 9	66. 3	66. 7	67. 0	67. 4	67. 8	68. 2	68. 5	68. 9	69. 3	69. 7	70. 0				
54. 0	67. 7	68. 1	68. 5	68. 9	69. 0	69. 7	—	—	—	—	—	—	—				
55. 0	70. 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				

注:1 表内未列数值要用内插法求得,精确至 0. 1 MPa。

2 表中  $R_m$  为修正后的测区回弹值,  $v_a$  为修正后的超声声速值 (km/s)。3  $f_{cu,i}^c$  为测区混凝土强度换算值 (MPa),也可按本规程公式(6. 4. 3—2)计算。

表 N. 0. 1—2 超声回弹综合法测区混凝土强度换算表(碎石)

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)																
	超声声速 $v_a$ (km/s)																
	3. 80	3. 82	3. 84	3. 86	3. 88	3. 90	3. 92	3. 94	3. 96	3. 98	4. 00	4. 02	4. 04				
20. 0	10. 1	10. 2	10. 3	10. 3	10. 4	10. 5	10. 6	10. 7	10. 8	10. 9	11. 0	11. 1	11. 2				
21. 0	10. 8	10. 9	11. 0	11. 1	11. 2	11. 3	11. 4	11. 5	11. 6	11. 7	11. 8	11. 9	12. 0				
22. 0	11. 5	11. 6	11. 7	11. 8	11. 9	12. 0	12. 1	12. 1	12. 3	12. 5	12. 6	12. 7	12. 8				
23. 0	12. 3	12. 4	12. 5	12. 6	12. 7	12. 8	12. 9	13. 0	13. 1	13. 3	13. 4	13. 5	13. 6				
24. 0	13. 0	13. 2	13. 3	13. 4	13. 5	13. 6	13. 7	13. 8	14. 0	14. 1	14. 2	14. 3	14. 4				
25. 0	13. 8	13. 9	14. 1	14. 2	14. 3	14. 4	14. 5	14. 7	14. 8	14. 9	15. 0	15. 2	15. 3				
26. 0	14. 6	14. 7	14. 9	15. 0	15. 1	15. 2	15. 4	15. 5	15. 6	15. 8	15. 9	16. 0	16. 2				
27. 0	15. 4	15. 5	15. 7	15. 8	15. 9	16. 1	16. 2	16. 3	16. 5	16. 6	16. 8	16. 9	17. 0				
28. 0	16. 2	16. 3	16. 5	16. 6	16. 8	16. 9	17. 1	17. 2	17. 4	17. 5	17. 6	17. 8	17. 9				
29. 0	17. 0	17. 2	17. 3	17. 5	17. 6	17. 8	17. 9	18. 1	18. 2	18. 4	18. 5	18. 7	18. 8				
30. 0	17. 9	18. 0	18. 2	18. 3	18. 5	18. 6	18. 8	19. 0	19. 1	19. 3	19. 4	19. 6	19. 8				
31. 0	18. 7	18. 9	19. 0	19. 2	19. 4	19. 5	19. 7	19. 9	20. 0	20. 2	20. 4	20. 5	20. 7				
32. 0	19. 6	19. 7	19. 9	20. 1	20. 3	20. 4	20. 6	20. 8	20. 9	21. 1	21. 3	21. 5	21. 7				
33. 0	20. 4	20. 6	20. 8	21. 0	21. 1	21. 3	21. 5	21. 7	21. 9	22. 1	22. 2	22. 4	22. 6				
34. 0	21. 3	21. 5	21. 7	21. 9	22. 1	22. 2	22. 4	22. 9	22. 8	23. 0	23. 2	23. 4	23. 6				
35. 0	22. 2	22. 4	22. 6	22. 8	23. 0	23. 2	23. 4	23. 6	23. 8	24. 0	24. 2	24. 4	24. 6				
36. 0	23. 1	23. 2	23. 5	23. 7	23. 9	24. 1	24. 3	24. 5	24. 7	24. 9	25. 1	25. 4	25. 6				
37. 0	24. 0	24. 2	24. 4	24. 6	24. 9	25. 1	25. 3	25. 5	25. 7	25. 9	26. 1	26. 4	26. 6				
38. 0	24. 9	25. 1	25. 4	25. 6	25. 8	26. 0	26. 2	26. 5	26. 7	26. 9	27. 1	27. 4	27. 6				
39. 0	25. 9	26. 1	26. 3	26. 5	26. 8	27. 0	27. 2	27. 5	27. 7	27. 9	28. 1	28. 4	28. 6				
40. 0	26. 8	27. 0	27. 3	27. 5	27. 7	28. 0	28. 2	28. 5	28. 7	28. 9	29. 2	29. 4	29. 7				
41. 0	27. 7	28. 0	28. 2	28. 5	28. 7	29. 0	29. 2	29. 5	29. 7	30. 0	30. 2	30. 5	30. 7				
42. 0	28. 7	29. 0	29. 2	29. 5	29. 7	30. 0	30. 2	30. 5	30. 7	31. 0	31. 3	31. 5	31. 8				
43. 0	29. 7	29. 9	30. 2	30. 5	30. 7	31. 0	31. 0	31. 5	31. 8	32. 0	32. 3	32. 6	32. 8				

续表 N. 0. 1—2

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	超声声速 $v_a$ (km/s)												
	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04
44.0	30.7	30.9	31.2	31.5	21.7	32.0	32.3	32.5	32.8	33.1	33.4	33.6	33.9
45.0	31.6	31.9	32.2	32.5	32.7	33.0	33.3	33.6	33.9	34.2	34.4	34.7	35.0
46.0	32.6	32.9	33.2	33.5	33.8	34.1	34.4	34.6	34.9	35.2	35.5	35.8	36.1
47.0	33.6	33.9	34.2	34.5	34.8	35.1	35.4	35.7	36.0	36.3	36.6	36.9	37.2
48.0	34.7	35.0	35.3	35.6	35.9	36.2	36.5	36.8	37.1	37.4	37.7	38.0	38.4
49.0	35.7	36.0	36.3	36.6	36.9	37.2	37.6	37.9	38.2	38.5	38.8	39.2	39.5
50.0	36.7	37.0	37.3	37.7	38.0	38.3	38.6	39.0	39.3	39.6	40.0	40.3	40.6
51.0	37.7	38.1	38.4	38.7	39.1	39.4	39.7	40.1	40.4	40.8	41.1	41.4	41.8
52.0	38.8	39.1	39.5	39.8	40.2	40.5	40.8	41.2	41.5	41.9	42.2	42.6	42.9
53.0	39.8	40.2	40.5	40.9	41.2	41.6	42.0	42.3	42.7	43.0	43.4	43.7	44.1
54.0	40.9	41.3	41.6	42.0	42.3	42.7	43.1	43.4	43.8	44.2	44.5	44.9	45.3
55.0	42.0	42.4	42.7	43.1	43.5	43.8	44.2	44.6	45.0	45.3	45.7	46.1	46.5
平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	超声声速 $v_a$ (km/s)												
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30
20.0	11.3	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4
21.0	12.1	12.2	12.3	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.9	13.0	13.1	13.2	13.3
22.0	12.9	13.0	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.2
23.0	13.7	13.8	13.9	14.0	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	15.0	15.1
24.0	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	15.3	15.4	15.5	15.6	15.8	15.9	16.0
25.0	15.4	15.5	15.7	15.8	15.9	16.0	16.2	16.3	16.4	16.6	16.7	16.8	17.0
26.0	16.3	16.4	16.6	16.7	16.8	17.0	17.1	17.2	17.4	17.5	17.6	17.8	17.9
27.0	17.2	17.3	17.5	17.6	17.7	17.9	18.0	18.2	18.3	18.5	18.6	18.7	18.9
28.0	18.1	18.2	18.4	18.5	18.7	18.8	19.0	19.1	19.3	19.4	19.6	19.7	19.9

续表 N. 0. 1—2

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)															
	超声声速 $v_a$ (km/s)															
	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30			
29.0	19.0	19.2	19.3	19.5	19.6	19.8	19.9	20.1	20.3	20.4	20.6	20.7	20.9			
30.0	19.9	20.1	20.3	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6	21.8	21.9			
31.0	20.9	21.0	21.2	21.4	21.6	21.7	21.9	22.1	22.3	22.4	22.6	22.8	23.0			
32.0	21.8	22.0	22.2	22.4	22.5	22.7	22.9	23.1	23.3	23.5	23.6	23.8	24.0			
33.0	22.8	23.0	23.2	23.4	23.5	23.7	23.9	24.1	24.3	24.5	24.7	24.9	25.1			
34.0	23.8	24.0	24.2	24.4	24.6	24.8	25.0	25.2	25.3	25.5	25.7	25.9	26.1			
35.0	24.8	25.0	25.2	25.4	25.6	25.8	26.0	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2			
36.0	25.8	26.0	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3			
37.0	26.8	27.0	27.2	27.4	27.7	27.9	28.1	28.3	28.6	28.8	29.0	29.2	29.5			
38.0	27.8	28.0	28.3	28.5	28.7	29.0	29.2	29.4	29.7	29.9	30.1	30.4	30.6			
39.0	28.9	29.1	29.3	29.6	29.8	30.0	30.3	30.5	30.8	31.0	31.2	31.5	31.7			
40.0	29.9	30.1	30.4	30.6	30.9	31.1	31.4	31.6	31.9	32.1	32.4	32.6	32.9			
41.0	31.0	31.2	31.5	31.7	32.0	32.2	32.5	32.7	33.0	33.3	33.5	33.8	34.0			
42.0	32.0	32.3	32.6	32.8	33.1	33.3	33.6	33.9	34.1	34.4	34.7	35.0	35.2			
43.0	33.1	33.4	33.7	33.9	34.2	34.5	34.7	35.0	35.3	35.6	35.9	36.0	36.4			
44.0	34.2	34.5	34.8	35.0	35.3	35.6	35.9	36.2	36.5	36.7	37.0	37.3	37.6			
45.0	35.3	35.6	35.9	36.2	36.5	36.8	37.0	37.3	37.6	37.9	38.2	38.5	38.8			
46.0	36.4	36.7	37.0	37.3	37.6	37.9	38.2	38.5	38.8	39.1	39.4	39.7	40.0			
47.0	37.5	37.8	38.1	38.5	38.8	39.1	39.4	39.7	40.0	40.3	40.6	41.0	41.3			
48.0	38.7	39.0	39.3	39.6	39.9	40.3	40.6	40.9	41.2	41.5	41.9	42.2	42.5			
49.0	39.8	40.1	40.5	40.8	41.1	41.4	41.8	42.1	42.4	42.8	43.1	43.4	43.8			
50.0	41.0	41.3	41.6	42.0	42.3	42.6	43.0	43.3	43.7	44.0	44.4	44.7	45.0			
51.0	42.1	42.5	42.8	43.2	43.5	43.8	44.2	44.5	44.9	45.3	45.6	46.0	46.3			
52.0	43.3	43.6	44.0	44.3	44.7	45.1	45.4	45.8	46.1	46.5	46.9	47.2	47.6			



续表 N. 0. 1—2

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_u$ (km/s)													
	4. 06	4. 08	4. 10	4. 12	4. 14	4. 16	4. 18	4. 20	4. 22	4. 24	4. 26	4. 28	4. 30	
53. 0	44. 5	44. 8	45. 2	45. 6	45. 9	46. 3	46. 7	47. 0	47. 4	47. 8	48. 1	48. 5	48. 9	
54. 0	45. 7	46. 0	46. 4	46. 8	47. 2	47. 5	47. 9	48. 3	48. 7	49. 1	49. 4	49. 8	50. 2	
55. 0	46. 8	47. 2	47. 6	48. 0	48. 4	48. 8	49. 2	49. 6	49. 9	50. 3	50. 7	51. 1	51. 5	
平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_u$ (km/s)													
	4. 32	4. 34	4. 36	4. 38	4. 40	4. 42	4. 44	4. 46	4. 48	4. 50	4. 52	4. 54	4. 56	
20. 0	12. 5	12. 6	12. 7	12. 8	12. 9	13. 0	13. 0	13. 1	13. 2	13. 3	13. 4	13. 5	13. 6	
21. 0	13. 4	13. 5	13. 6	13. 7	13. 8	13. 9	14. 0	14. 1	14. 2	14. 3	14. 4	14. 5	14. 6	
22. 0	14. 3	14. 4	14. 5	14. 6	14. 7	14. 8	14. 9	15. 0	15. 1	15. 3	15. 4	15. 5	15. 6	
23. 0	15. 2	15. 3	15. 4	15. 5	15. 7	15. 8	15. 9	16. 0	16. 1	16. 2	16. 4	16. 5	16. 6	
24. 0	16. 1	16. 2	16. 4	16. 5	16. 6	16. 7	16. 9	17. 0	17. 1	17. 3	17. 4	17. 5	17. 6	
25. 0	17. 1	17. 2	17. 3	17. 5	17. 6	17. 7	17. 9	18. 0	18. 1	18. 3	18. 4	18. 5	18. 7	
26. 0	18. 1	18. 2	18. 3	18. 5	18. 6	18. 7	18. 9	19. 0	19. 1	19. 2	19. 3	19. 5	19. 6	
27. 0	19. 0	19. 2	19. 3	19. 5	19. 6	19. 8	19. 9	20. 1	20. 2	20. 4	20. 5	20. 7	20. 8	
28. 0	20. 0	20. 2	20. 3	20. 5	20. 7	20. 8	21. 0	21. 1	21. 3	21. 4	21. 6	21. 8	21. 9	
29. 0	21. 1	21. 2	21. 4	21. 5	21. 7	21. 9	22. 0	22. 2	22. 4	22. 5	22. 7	22. 9	23. 0	
30. 0	22. 1	22. 3	22. 4	22. 6	22. 8	22. 9	23. 1	23. 3	23. 5	23. 6	23. 8	24. 0	24. 2	
31. 0	23. 1	23. 3	23. 5	23. 7	23. 8	24. 0	24. 2	24. 4	24. 6	24. 8	24. 9	25. 1	25. 3	
32. 0	24. 2	24. 4	24. 6	24. 8	24. 9	25. 1	25. 3	25. 5	25. 7	25. 9	26. 1	26. 3	26. 5	
33. 0	25. 3	25. 5	25. 7	25. 8	26. 0	26. 2	26. 4	26. 6	26. 8	27. 0	27. 2	27. 4	27. 6	
34. 0	26. 4	26. 6	26. 8	27. 0	27. 2	27. 4	27. 6	27. 8	28. 0	28. 2	28. 4	28. 6	28. 8	
35. 0	27. 5	27. 7	27. 9	28. 1	28. 3	28. 5	28. 7	28. 9	29. 2	29. 4	29. 6	29. 8	30. 0	
36. 0	28. 6	28. 8	29. 0	29. 2	29. 4	29. 7	29. 9	30. 1	30. 3	30. 6	30. 8	31. 0	31. 2	
37. 0	29. 7	29. 9	30. 1	30. 4	30. 6	30. 8	31. 1	31. 3	31. 5	31. 8	32. 0	32. 2	32. 5	

续表 N. 0. 1—2

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_u$ (km/s)													
	4. 32	4. 34	4. 36	4. 38	4. 40	4. 42	4. 44	4. 46	4. 48	4. 50	4. 52	4. 54	4. 56	
38. 0	30. 8	31. 1	31. 3	31. 5	31. 8	32. 0	32. 3	32. 5	32. 7	33. 0	33. 2	33. 5	33. 7	
39. 0	32. 0	32. 2	32. 5	32. 7	33. 0	33. 2	33. 5	33. 7	34. 0	34. 2	34. 5	34. 7	35. 0	
40. 0	33. 1	33. 4	33. 6	33. 9	34. 2	34. 4	34. 7	34. 9	35. 2	35. 5	35. 7	36. 0	36. 2	
41. 0	34. 3	34. 6	34. 8	35. 1	35. 4	35. 6	35. 9	36. 2	36. 4	36. 7	37. 0	37. 3	37. 5	
42. 0	35. 5	35. 8	36. 0	36. 3	36. 6	36. 9	37. 1	37. 4	37. 7	38. 0	38. 3	38. 5	38. 8	
43. 0	36. 7	37. 0	37. 3	37. 5	37. 8	38. 1	38. 4	38. 7	39. 0	39. 3	39. 6	39. 8	40. 1	
44. 0	37. 9	38. 2	38. 5	38. 8	39. 1	39. 4	39. 7	40. 0	40. 3	40. 6	40. 9	41. 2	41. 5	
45. 0	39. 1	39. 4	39. 7	40. 0	40. 3	40. 6	40. 9	41. 2	41. 6	41. 9	42. 2	42. 5	42. 8	
46. 0	40. 4	40. 7	41. 0	41. 3	41. 6	41. 9	42. 2	42. 5	42. 9	43. 2	43. 5	43. 8	44. 1	
47. 0	41. 6	41. 9	42. 2	42. 6	42. 9	43. 2	43. 5	43. 9	44. 2	44. 5	44. 8	45. 2	45. 5	
48. 0	42. 9	43. 2	43. 5	43. 8	44. 2	44. 5	44. 8	45. 2	45. 5	45. 8	46. 2	46. 5	46. 9	
49. 0	44. 1	44. 5	44. 8	45. 1	45. 5	45. 8	46. 2	46. 5	46. 9	47. 2	47. 5	47. 9	48. 2	
50. 0	45. 4	45. 7	46. 1	46. 4	46. 8	47. 1	47. 5	47. 9	48. 2	48. 6	48. 9	49. 3	49. 6	
51. 0	46. 7	47. 0	47. 4	47. 8	48. 1	48. 5	48. 8	49. 2	49. 6	49. 9	50. 3	50. 7	51. 0	
52. 0	48. 0	48. 3	48. 7	49. 1	49. 5	49. 8	50. 2	50. 6	50. 9	51. 3	51. 7	52. 1	52. 5	
53. 0	49. 3	49. 7	50. 0	50. 4	50. 8	51. 2	51. 6	52. 0	52. 3	52. 7	53. 1	53. 5	53. 9	
54. 0	50. 6	51. 0	51. 4	51. 8	52. 2	52. 5	52. 9	53. 3	53. 7	54. 1	54. 5	54. 9	55. 3	
55. 0	51. 9	52. 3	52. 7	53. 1	53. 5	53. 9	54. 3	54. 7	55. 1	55. 6	56. 0	56. 4	56. 8	
平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_u$ (km/s)													
	4. 58	4. 60	4. 62	4. 64	4. 66	4. 68	4. 70	4. 72	4. 74	4. 76	4. 78	4. 80	4. 82	
20. 0	13. 7	13. 8	13. 9	14. 0	14. 1	14. 2	14. 3	14. 4	14. 5	14. 6	14. 7	14. 8	14. 9	
21. 0	14. 7	14. 8	14. 9	15. 0	15. 1	15. 3	15. 4	15. 5	15. 6	15. 7	15. 8	15. 9	16. 0	
22. 0	15. 7	15. 8	15. 9	16. 1	16. 2	16. 3	16. 4	16. 5	16. 6	16. 7	16. 9	17. 0	17. 1	

续表 N.0.1—2

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_u$ (km/s)													
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	
23.0	16.7	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.5	17.6	17.7	17.8	18.0	18.1	18.2	
24.0	17.8	17.9	18.0	18.2	18.3	18.4	18.5	18.7	18.8	18.9	19.1	19.2	19.3	
25.0	18.8	19.0	19.1	19.2	19.4	19.5	19.6	19.8	19.9	20.1	20.2	20.3	20.5	
26.0	19.9	20.0	20.2	20.3	20.5	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.3	21.5	21.6	
27.0	21.0	21.1	21.3	21.4	21.6	21.7	21.9	22.0	22.2	22.4	22.5	22.7	22.8	
28.0	22.1	22.2	22.4	22.6	22.7	22.9	23.0	23.2	23.4	23.5	23.7	23.9	24.0	
29.0	23.2	23.4	23.5	23.7	23.9	24.0	24.2	24.4	24.6	24.7	24.9	25.1	25.2	
30.0	24.3	24.5	24.7	24.9	25.0	25.2	25.4	25.6	25.8	25.9	26.1	26.3	26.5	
31.0	25.5	25.7	25.9	26.0	26.2	26.4	26.6	26.8	27.0	27.2	27.4	27.5	27.7	
32.0	26.7	26.8	27.0	27.2	27.4	27.6	27.8	28.0	28.2	28.4	28.6	28.8	29.0	
33.0	27.8	28.0	28.2	28.4	28.6	28.8	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	
34.0	29.0	29.2	29.5	29.7	29.9	30.0	30.3	30.5	30.7	30.9	31.2	31.4	31.6	
35.0	30.2	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.6	31.8	32.0	32.2	32.5	32.7	32.9	
36.0	31.5	31.7	31.9	32.2	32.4	32.6	32.8	33.1	33.3	33.5	33.8	34.0	34.2	
37.0	32.7	32.9	33.2	33.4	33.7	33.9	34.1	34.4	34.6	34.9	35.1	35.3	35.6	
38.0	34.0	34.2	34.5	34.7	34.9	35.2	35.4	35.7	35.9	36.2	36.4	36.7	37.0	
39.0	35.2	35.5	35.7	36.0	36.2	36.5	36.8	37.0	37.3	37.5	37.8	38.1	38.3	
40.0	36.5	36.8	37.0	37.3	37.6	37.8	38.1	38.4	38.6	38.9	39.2	39.5	39.7	
41.0	37.8	38.1	38.3	38.6	38.9	39.3	39.5	39.7	40.0	40.3	40.6	40.9	41.1	
42.0	39.1	39.4	39.7	40.0	40.2	40.5	40.8	41.1	41.4	41.7	42.0	42.3	42.6	
43.0	40.4	40.7	41.0	41.3	41.6	41.9	42.2	42.5	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0	
44.0	41.8	42.1	42.4	42.7	43.0	43.3	43.6	43.9	44.2	44.5	44.8	45.1	45.4	
45.0	43.1	43.4	43.7	44.0	44.4	44.7	45.0	45.3	45.6	45.9	46.3	46.6	46.9	
46.0	44.5	44.8	45.1	45.4	45.8	46.1	46.4	46.7	47.1	47.4	47.7	48.0	48.4	

续表 N.0.1—2

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_u$ (km/s)													
	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	
47.0	45.8	46.2	46.5	46.8	47.2	47.5	47.8	48.2	48.5	48.8	49.2	49.5	49.9	
48.0	47.2	47.5	47.9	48.2	48.6	48.9	49.3	49.6	50.0	50.3	50.7	51.0	51.4	
49.0	48.6	49.0	49.3	49.7	50.0	50.4	50.7	51.1	51.4	51.8	52.2	52.5	52.9	
50.0	50.0	50.4	50.7	51.1	51.5	51.8	52.2	52.6	52.9	53.3	53.7	54.0	54.4	
51.0	51.4	51.8	52.2	52.5	52.9	53.3	53.7	54.0	54.4	54.8	55.2	55.6	56.0	
52.0	52.8	53.2	53.6	54.0	54.4	54.8	55.2	55.5	55.9	56.3	56.7	57.1	57.5	
53.0	54.3	54.7	55.1	55.5	55.9	56.3	56.7	57.1	57.5	57.9	58.3	58.7	59.1	
54.0	55.7	56.1	56.5	56.9	57.4	57.8	58.2	58.6	59.0	59.4	59.8	60.2	60.7	
55.0	57.2	57.6	58.0	58.4	58.9	59.3	59.7	60.1	60.5	61.0	61.4	61.8	62.2	
平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)													
	超声声速 $v_u$ (km/s)													
	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08	
20.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3	
21.0	16.1	16.2	16.3	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	17.0	17.1	17.2	17.4	17.5	
22.0	17.2	17.3	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.7	
23.0	18.3	18.5	18.6	18.7	18.8	19.0	19.1	19.2	19.3	19.5	19.6	19.7	19.9	
24.0	19.5	19.6	19.7	19.9	20.0	20.1	20.3	20.4	20.5	20.7	20.8	21.0	21.1	
25.0	20.6	20.8	20.9	21.0	21.2	21.3	21.5	21.6	21.8	21.9	22.0	22.2	22.3	
26.0	21.8	21.9	22.1	22.2	22.4	22.5	22.7	22.8	23.0	23.1	23.3	23.5	23.6	
27.0	23.0	23.1	23.3	23.5	23.6	23.8	23.9	24.1	24.3	24.4	24.6	24.7	24.9	
28.0	24.2	24.4	24.5	24.7	24.9	25.0	25.2	25.4	25.5	25.7	25.9	26.0	26.2	
29.0	25.4	25.6	25.8	25.9	26.1	26.3	26.5	26.6	26.8	27.0	27.2	27.4	27.5	
30.0	26.7	26.8	27.0	37.2	27.4	27.6	27.8	28.0	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	
31.0	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	

续表 N. 0. 1—2

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	超声声速 $v_a$ (km/s)													
	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08	
32.0	29.2	29.4	29.6	29.8	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.0	31.2	31.4	31.6	
33.0	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5	31.8	32.0	32.2	32.4	32.6	32.8	33.0	
34.0	31.8	32.0	32.2	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.6	33.8	34.0	34.2	34.5	
35.0	33.1	33.4	33.6	33.8	34.0	34.3	34.5	34.7	35.0	35.2	35.4	35.7	35.9	
36.0	34.5	34.7	35.0	35.2	35.4	35.7	35.9	36.1	36.4	36.6	36.9	37.1	37.4	
37.0	35.8	36.1	36.3	36.6	36.8	37.1	37.3	37.6	37.8	38.1	38.3	38.6	38.8	
38.0	37.2	37.5	37.7	38.0	38.2	38.5	38.7	39.0	39.3	39.5	39.8	40.1	40.3	
39.0	38.6	38.9	39.1	39.4	39.7	39.9	40.2	40.5	40.7	41.0	41.3	41.5	41.8	
40.0	40.0	40.3	40.5	40.8	41.1	41.4	41.7	41.9	42.2	42.5	42.8	43.1	43.3	
41.0	41.4	41.7	42.0	42.3	42.6	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0	44.3	44.6	44.9	
42.0	42.8	43.1	43.4	43.7	44.0	44.3	44.6	44.9	45.2	45.5	45.8	46.1	46.4	
43.0	44.3	44.6	44.9	45.2	45.5	45.8	46.1	46.4	46.7	47.1	47.4	47.7	48.0	
44.0	45.8	46.1	46.4	46.7	47.0	47.3	47.6	48.0	48.3	48.6	48.9	49.2	49.6	
45.0	47.2	47.6	47.9	48.2	48.5	48.8	49.2	49.5	49.8	50.2	50.5	50.8	51.2	
46.0	48.7	49.0	49.4	49.7	50.1	50.4	50.7	51.1	51.4	51.8	52.1	52.4	52.8	
47.0	50.2	50.6	50.9	51.2	51.6	51.9	52.3	52.6	53.0	53.3	53.7	54.0	54.4	
48.0	51.7	52.1	52.4	52.8	53.2	53.5	53.9	54.2	54.6	55.0	55.3	55.7	56.0	
49.0	53.3	53.6	54.0	54.4	54.7	55.1	55.5	55.8	56.2	56.6	56.9	57.3	57.7	
50.0	54.8	55.2	55.5	55.9	56.3	56.7	57.1	57.4	57.8	58.2	58.6	59.0	59.4	
51.0	56.3	56.7	57.1	57.5	57.9	58.3	58.7	59.1	59.5	59.9	60.3	60.6	61.0	
52.0	57.9	58.3	58.7	59.1	59.5	59.9	60.3	60.7	61.1	61.5	61.9	62.3	62.7	
53.0	59.5	59.9	60.3	60.7	61.1	61.5	61.9	62.4	62.8	63.2	63.6	64.0	64.4	
54.0	61.1	61.5	61.9	62.3	62.8	63.2	63.6	64.0	64.5	64.9	65.3	65.7	66.2	
55.0	62.7	63.1	63.5	64.0	64.4	64.8	65.3	65.7	66.1	66.6	67.0	67.5	67.9	

续表 N. 0. 1—2

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	超声声速 $v_a$ (km/s)													
	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34	
20.0	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	
21.0	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.9	19.0	
22.0	18.8	18.9	19.0	19.1	19.3	19.4	19.5	19.6	19.8	19.9	20.0	20.1	20.3	
23.0	20.0	20.1	20.3	20.4	20.5	20.6	20.8	20.9	21.0	21.2	21.3	21.4	21.6	
24.0	21.2	21.4	21.5	21.6	21.8	21.9	22.1	22.2	22.3	22.5	22.6	22.8	22.9	
25.0	22.5	22.6	22.8	22.9	23.1	23.2	23.4	23.5	23.7	23.8	24.0	24.1	24.3	
26.0	23.8	23.9	24.1	24.2	24.4	24.5	24.7	24.9	25.0	25.2	25.3	25.5	25.6	
27.0	25.1	25.2	25.4	25.6	25.7	25.9	26.0	26.2	26.4	26.5	26.7	26.9	27.0	
28.0	26.4	26.6	26.7	26.9	27.1	27.2	27.4	27.6	27.8	27.9	28.1	28.3	28.5	
29.0	27.7	27.9	28.1	28.3	28.4	28.6	28.8	29.0	29.2	29.4	29.5	29.7	29.9	
30.0	29.1	29.3	29.5	29.6	29.8	30.0	30.2	30.4	30.6	30.8	31.0	31.2	31.4	
31.0	30.5	30.6	30.8	31.0	31.2	31.4	31.6	31.8	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9	
32.0	31.8	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5	33.7	33.9	34.2	34.4	
33.0	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.6	34.8	35.0	35.2	35.4	35.7	35.9	
34.0	34.7	34.9	35.1	35.4	35.6	35.8	36.1	36.3	36.5	36.7	37.0	37.2	37.4	
35.0	36.1	36.4	36.6	36.8	37.1	37.3	37.6	37.8	38.0	38.3	38.5	38.8	39.0	
36.0	37.6	37.8	38.1	38.3	38.6	38.8	39.1	39.3	39.6	39.8	40.1	40.3	40.6	
37.0	39.1	39.3	39.6	39.8	40.1	40.4	40.6	40.9	41.1	41.4	41.7	41.9	42.2	
38.0	40.6	40.8	41.1	41.4	41.6	41.9	42.2	42.4	42.7	43.0	43.2	43.5	43.8	
39.0	42.1	42.4	42.6	42.9	43.2	43.5	43.7	44.0	44.3	44.6	44.9	45.1	45.4	
40.0	43.6	43.9	44.2	44.5	44.8	45.0	45.3	45.6	45.9	46.2	46.5	46.8	47.1	
41.0	45.2	45.5	45.8	46.1	46.3	46.6	46.9	47.2	47.5	47.8	48.1	48.4	48.7	
42.0	46.7	47.0	47.3	47.6	47.9	48.3	48.6	48.9	49.2	49.5	49.8	50.1	50.4	
43.0	48.3	48.6	48.9	49.2	49.6	49.9	50.2	50.5	50.8	51.2	51.5	51.8	52.1	

续表 N. 0. 1—2

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_u$ (km/s)														
	5. 10	5. 12	5. 14	5. 16	5. 18	5. 20	5. 22	5. 24	5. 26	5. 28	5. 30	5. 32	5. 34		
44. 0	49. 9	50. 2	50. 5	50. 9	51. 2	51. 5	51. 9	52. 2	52. 5	52. 8	53. 2	53. 5	53. 8		
45. 0	51. 5	51. 8	52. 2	52. 5	52. 8	53. 2	53. 5	53. 9	54. 2	54. 5	54. 9	55. 2	55. 6		
46. 0	53. 1	53. 5	53. 8	54. 2	54. 5	54. 9	55. 2	55. 6	55. 9	56. 3	56. 6	57. 0	57. 3		
47. 0	54. 8	55. 1	55. 5	55. 8	56. 2	56. 5	56. 9	57. 3	57. 6	58. 0	58. 4	58. 7	59. 1		
48. 0	56. 4	56. 8	57. 1	57. 5	57. 9	58. 3	58. 6	59. 0	59. 4	59. 7	60. 1	60. 5	60. 9		
49. 0	58. 1	58. 5	58. 8	59. 2	59. 6	60. 0	60. 4	60. 7	61. 1	61. 5	61. 9	62. 3	62. 7		
50. 0	59. 8	60. 1	60. 5	60. 9	61. 3	61. 7	62. 1	62. 5	62. 9	63. 3	63. 7	64. 1	64. 5		
51. 0	61. 4	61. 8	62. 2	62. 6	63. 0	63. 5	63. 9	64. 3	64. 7	65. 1	65. 5	65. 9	66. 3		
52. 0	63. 1	63. 6	64. 0	64. 4	64. 8	65. 2	65. 6	66. 0	66. 5	66. 9	67. 3	67. 7	68. 1		
53. 0	64. 9	65. 3	65. 7	66. 1	66. 6	67. 0	67. 4	67. 8	68. 3	68. 7	69. 1	69. 6	70. 0		
54. 0	66. 6	67. 0	67. 5	67. 9	68. 3	68. 8	69. 2	69. 7	—	—	—	—	—		
55. 0	68. 3	68. 8	69. 2	69. 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

注:1 表内未列数值要用内插法求得,精确至0.1 MPa。

2 表中  $R_m$  为修正后的测区回弹值,  $v_u$  为修正后的超声声速值(km/s)。3  $f_{cu,i}$  为测区混凝土强度换算值,也可按本规程公式(6.4.3—1)计算。表 N. 0. 1—3 超声回弹综合法测区混凝土强度换算表  
(标称功能 4.5 J 和 5.5 J 回弹仪)

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_u$ (km/s)														
	3. 18	3. 20	3. 22	3. 24	3. 26	3. 28	3. 30	3. 32	3. 34	3. 36	3. 38	3. 40	3. 42		
28. 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
29. 0	—	—	20. 0	20. 1	20. 1	20. 2	20. 3	20. 3	20. 4	20. 5	20. 5	20. 6	20. 7		
30. 0	20. 8	20. 9	20. 9	21. 0	21. 1	21. 2	21. 2	21. 3	21. 4	21. 4	21. 5	21. 6	21. 6		
31. 0	21. 7	21. 8	21. 9	22. 0	22. 0	22. 1	22. 2	22. 2	22. 3	22. 4	22. 5	22. 5	22. 6		
32. 0	22. 7	22. 8	22. 8	22. 9	23. 0	23. 1	23. 1	23. 2	23. 3	23. 4	23. 4	23. 5	23. 6		
33. 0	23. 6	23. 7	23. 8	23. 9	24. 0	24. 0	24. 1	24. 2	24. 3	24. 3	24. 4	24. 5	24. 6		
34. 0	24. 6	24. 7	24. 8	24. 8	24. 9	25. 0	25. 1	25. 2	25. 3	25. 3	25. 4	25. 5	25. 6		
35. 0	25. 6	25. 7	25. 7	25. 8	25. 9	26. 0	26. 1	26. 2	26. 3	26. 3	26. 4	26. 5	26. 6		
36. 0	26. 6	26. 6	26. 7	26. 8	26. 9	27. 0	27. 1	27. 2	27. 3	27. 4	27. 4	27. 5	27. 6		
37. 0	27. 5	27. 6	27. 7	27. 8	27. 9	28. 0	28. 1	28. 2	28. 3	28. 4	28. 5	28. 6	28. 6		
38. 0	28. 5	28. 6	28. 7	28. 8	28. 9	29. 0	29. 1	29. 2	29. 3	29. 4	29. 5	29. 6	29. 7		
39. 0	29. 6	29. 7	29. 8	29. 9	30. 0	30. 0	30. 1	30. 2	30. 3	30. 4	30. 5	30. 6	30. 7		
40. 0	30. 6	30. 7	30. 8	30. 9	31. 0	31. 1	31. 2	31. 3	31. 4	31. 5	31. 6	31. 7	31. 8		
41. 0	31. 6	31. 7	31. 8	31. 9	32. 0	32. 1	32. 2	32. 3	32. 4	32. 6	32. 7	32. 8	32. 9		
42. 0	32. 6	32. 7	32. 9	33. 0	33. 1	33. 2	33. 3	33. 4	33. 5	33. 6	33. 7	33. 8	33. 9		
43. 0	33. 7	33. 8	33. 9	34. 0	34. 1	34. 2	34. 4	34. 5	34. 6	34. 7	34. 8	34. 9	35. 0		
44. 0	34. 7	34. 8	35. 0	35. 1	35. 2	35. 3	35. 4	35. 5	35. 7	35. 8	35. 9	36. 0	36. 1		
45. 0	35. 8	35. 9	36. 0	36. 2	36. 3	36. 4	36. 5	36. 6	36. 8	36. 9	37. 0	37. 1	37. 2		
46. 0	36. 9	37. 0	37. 1	37. 2	37. 4	37. 5	37. 6	37. 7	37. 8	38. 0	38. 1	38. 2	38. 3		
47. 0	37. 9	38. 1	38. 2	38. 3	38. 4	38. 6	38. 7	38. 8	39. 0	39. 1	39. 2	39. 3	39. 5		
48. 0	39. 0	39. 2	39. 3	39. 4	39. 5	39. 7	39. 8	39. 9	40. 1	40. 2	40. 3	40. 5	40. 6		
49. 0	40. 1	40. 2	40. 4	40. 5	40. 7	40. 8	40. 9	41. 1	41. 2	41. 3	41. 5	41. 6	41. 7		
50. 0	41. 2	41. 3	41. 5	41. 6	41. 8	41. 9	42. 0	42. 2	42. 3	42. 5	42. 6	42. 7	42. 9		

续表 N. 0.1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	3.18	3.20	3.22	3.24	3.26	3.28	3.30	3.32	3.34	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.46
51.0	42.3	42.5	42.6	42.7	42.9	43.0	43.2	43.3	43.5	43.6	43.7	43.9	44.0		
52.0	43.4	43.6	43.7	43.9	44.0	44.2	44.3	44.4	44.6	44.7	44.9	45.0	45.2		
53.0	44.6	44.7	44.9	45.0	45.2	45.3	45.4	45.6	45.7	45.9	46.0	46.2	46.3		
54.0	45.7	45.8	46.0	46.1	46.3	46.4	46.6	46.8	46.9	47.1	47.2	47.4	47.5		
55.0	46.8	47.0	47.1	47.3	47.4	47.6	47.8	47.9	48.1	48.2	48.4	48.5	48.7		
56.0	48.0	48.1	48.3	48.4	48.6	48.8	48.9	49.1	49.2	49.4	49.6	49.7	49.9		
57.0	49.1	49.3	49.4	49.6	49.8	49.9	50.1	50.3	50.4	50.6	50.7	50.9	51.1		
58.0	50.3	50.4	50.6	50.8	50.9	51.1	51.3	51.4	51.6	51.8	51.9	52.1	52.3		
59.0	51.4	51.6	51.8	51.9	52.1	52.3	52.5	52.6	52.8	53.0	53.1	53.3	53.5		
60.0	52.6	52.8	52.9	53.1	53.3	53.5	53.7	53.8	54.0	54.2	54.4	54.5	54.7		
61.0	53.8	54.0	54.1	54.3	54.5	54.7	54.9	55.0	55.2	55.4	55.6	55.7	55.9		
62.0	55.0	55.1	55.3	55.5	55.7	55.9	56.1	56.2	56.4	56.6	56.8	57.0	57.2		
63.0	56.1	56.3	56.5	56.7	56.9	57.1	57.3	57.5	57.6	57.8	58.0	58.2	58.4		
64.0	57.3	57.5	57.7	57.9	58.1	58.3	58.5	58.7	58.9	59.1	59.3	59.4	59.6		
65.0	58.5	58.7	58.9	59.1	59.3	59.5	59.7	59.9	60.1	60.3	60.5	60.7	60.9		
66.0	59.7	59.9	60.2	60.4	60.6	60.8	61.0	61.2	61.3	61.5	61.7	61.9	62.1		
67.0	61.0	61.2	61.4	61.6	61.8	62.0	62.2	62.4	62.6	62.8	63.0	63.2	63.4		
68.0	62.2	62.4	62.6	62.8	63.0	63.2	63.4	63.6	63.8	64.1	64.3	64.5	64.7		
69.0	63.4	63.6	63.8	64.1	64.3	64.5	64.7	64.9	65.1	65.3	65.5	65.7	65.9		
70.0	64.6	64.9	65.1	65.3	65.5	65.7	65.9	66.2	66.4	66.6	66.8	67.0	67.2		
71.0	65.9	66.1	66.3	66.5	66.8	67.0	67.2	67.4	67.6	67.9	68.1	68.3	68.5		
72.0	67.1	67.4	67.6	67.8	68.0	68.3	68.5	68.7	68.9	69.1	69.4	69.6	69.8		
73.0	68.4	68.6	68.8	69.1	69.3	69.5	69.8	70.0	70.2	70.4	70.7	70.9	71.1		
74.0	69.6	69.9	70.1	70.3	70.6	70.8	71.0	71.3	71.5	71.7	72.0	72.2	72.4		

续表 N. 0.1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	3.18	3.20	3.22	3.24	3.26	3.28	3.30	3.32	3.34	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.46
75.0	70.9	71.1	71.4	71.6	71.8	72.1	72.3	72.6	72.8	73.0	73.3	73.5	73.7		
76.0	72.2	72.4	72.6	72.9	73.1	73.4	73.6	73.9	74.1	74.3	74.6	74.8	75.0		
77.0	73.4	73.7	73.9	74.2	74.4	74.7	74.9	75.2	75.4	75.6	75.9	76.1	76.4		
78.0	74.7	75.0	75.2	75.5	75.7	76.0	76.2	76.5	76.7	77.0	77.2	77.5	77.7		
79.0	76.0	76.3	76.5	76.8	77.0	77.3	77.5	77.8	78.0	78.3	78.5	78.8	79.0		
80.0	77.3	77.5	77.8	78.1	78.3	78.6	78.8	79.1	79.4	79.6	79.9	80.1	80.4		
81.0	78.6	78.8	79.1	79.4	79.6	79.9	80.2	80.4	80.7	80.9	81.2	81.5	81.7		
82.0	79.9	80.2	80.4	80.7	81.0	81.2	81.5	81.8	82.0	82.3	82.6	82.8	83.1		
83.0	81.2	81.5	81.7	82.0	82.3	82.6	82.8	83.1	83.4	83.6	83.9	84.2	84.4		
84.0	82.5	82.8	83.1	83.3	83.6	83.9	84.2	84.4	84.7	85.0	85.3	85.5	85.8		
85.0	83.8	84.1	84.4	84.7	84.9	85.2	85.5	85.8	86.1	86.3	86.6	86.9	87.2		
86.0	85.1	85.4	85.7	86.0	86.3	86.6	86.9	87.1	87.4	87.7	88.0	88.3	88.5		
87.0	86.5	86.8	87.1	87.3	87.6	87.9	88.2	88.5	88.8	89.1	89.4	89.6	89.9		
88.0	87.8	88.1	88.4	88.7	89.0	89.3	89.6	89.9	90.2	90.4	90.7	91.0	91.3		
89.0	89.1	89.4	89.7	90.0	90.3	90.6	90.9	91.2	91.5	91.8	92.1	92.4	92.7		
90.0	90.5	90.8	91.1	91.4	91.7	92.0	92.3	92.6	92.9	93.2	93.5	93.8	94.1		
平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68	3.70	3.72
28.0	—	—	—	20.0	20.0	20.1	20.2	20.2	20.3	20.3	20.4	20.5	20.5		
29.0	20.7	20.8	20.9	20.9	21.0	21.1	21.1	21.2	21.3	21.3	21.4	21.4	21.5		
30.0	21.7	21.8	21.8	21.9	22.0	22.0	22.1	22.2	22.2	22.3	22.4	22.4	22.5		
31.0	22.7	22.7	22.8	22.9	23.0	23.0	23.1	23.2	23.2	23.3	23.4	23.4	23.5		
32.0	23.7	23.7	23.8	23.9	24.0	24.0	24.1	24.2	24.2	24.3	24.4	24.4	24.5		

续表 N. 0.1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_k$ (km/s)														
	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68		
33.0	24.7	24.7	24.8	24.9	25.0	25.0	25.1	25.2	25.3	25.3	25.4	25.5	25.6		
34.0	25.7	25.7	25.8	25.9	26.0	26.1	26.1	26.2	26.3	26.4	26.5	26.5	26.6		
35.0	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.3	27.3	27.4	27.5	27.6	27.7		
36.0	27.7	27.8	27.9	28.0	28.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.6	28.7		
37.0	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.4	29.5	29.6	29.7	29.8		
38.0	29.8	29.9	30.0	30.1	30.2	30.2	30.3	30.4	30.5	30.6	30.7	30.8	30.9		
39.0	30.8	30.9	31.0	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0		
40.0	31.9	32.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1		
41.0	33.0	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2		
42.0	34.0	34.2	34.3	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.3		
43.0	35.1	35.2	35.4	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1	36.2	36.3	36.4		
44.0	36.2	36.3	36.5	36.6	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	37.2	37.4	37.5	37.6		
45.0	37.3	37.5	37.7	37.7	37.8	37.9	38.0	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7		
46.0	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	39.1	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.8	39.9		
47.0	39.6	39.7	39.8	39.9	40.1	40.2	40.3	40.4	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0		
48.0	40.7	40.8	41.0	41.1	41.2	41.3	41.5	41.6	41.7	41.8	42.0	42.1	42.2		
49.0	41.8	42.0	42.1	42.2	42.4	42.5	42.6	42.8	42.9	43.0	43.1	43.3	43.4		
50.0	43.0	43.1	43.3	43.4	43.5	43.7	43.8	43.9	44.1	44.2	44.3	44.5	44.6		
51.0	44.1	44.3	44.4	44.6	44.7	44.8	45.0	45.1	45.2	45.4	45.5	45.6	45.8		
52.0	45.3	45.5	45.6	45.7	45.9	46.0	46.2	46.3	46.4	46.6	46.7	46.8	47.0		
53.0	46.5	46.6	46.8	46.9	47.1	47.2	47.3	47.5	47.6	47.8	47.9	48.1	48.2		
54.0	47.7	47.8	48.0	48.1	48.2	48.4	48.5	48.7	48.8	49.0	49.1	49.3	49.4		
55.0	48.8	49.0	49.1	49.3	49.4	49.6	49.8	49.9	50.1	50.2	50.4	50.5	50.6		
56.0	50.0	50.2	50.3	50.5	50.7	50.8	51.0	51.1	51.3	51.4	51.6	51.7	51.9		

续表 N. 0.1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_k$ (km/s)														
	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68		
57.0	51.2	51.4	51.6	51.7	51.9	52.0	52.2	52.3	52.5	52.7	52.8	53.0	53.1		
58.0	52.4	52.6	52.8	52.9	53.1	53.3	53.4	53.6	53.7	53.9	54.1	54.2	54.4		
59.0	53.6	53.8	54.0	54.2	54.3	54.5	54.7	54.8	55.0	55.1	55.3	55.5	55.6		
60.0	54.9	55.0	55.2	55.4	55.6	55.7	55.9	56.1	56.2	56.4	56.6	56.7	56.9		
61.0	56.1	56.3	56.4	56.6	56.8	57.0	57.1	57.3	57.5	57.7	57.8	58.0	58.2		
62.0	57.3	57.5	57.7	57.9	58.0	58.2	58.4	58.6	58.8	58.9	59.1	59.3	59.5		
63.0	58.6	58.8	58.9	59.1	59.3	59.5	59.7	59.8	60.0	60.2	60.4	60.6	60.7		
64.0	59.8	60.0	60.2	60.4	60.6	60.8	60.9	61.1	61.3	61.5	61.7	61.9	62.0		
65.0	61.1	61.3	61.5	61.6	61.8	62.0	62.2	62.4	62.6	62.8	63.0	63.1	63.3		
66.0	62.3	62.5	62.7	62.9	63.1	63.3	63.5	63.7	63.9	64.1	64.3	64.5	64.6		
67.0	63.6	63.8	64.0	64.2	64.4	64.6	64.8	65.0	65.2	65.4	65.6	65.8	66.0		
68.0	64.9	65.1	65.3	65.5	65.7	65.9	66.1	66.3	66.5	66.7	66.9	67.1	67.3		
69.0	66.2	66.4	66.6	66.8	67.0	67.2	67.4	67.6	67.8	68.0	68.2	68.4	68.6		
70.0	67.4	67.7	67.9	68.1	68.3	68.5	68.7	68.9	69.1	69.3	69.5	69.7	69.9		
71.0	68.7	68.9	69.2	69.4	69.6	69.8	70.0	70.2	70.4	70.6	70.9	71.1	71.3		
72.0	70.0	70.2	70.5	70.7	70.9	71.1	71.3	71.6	71.8	72.0	72.2	72.4	72.6		
73.0	71.3	71.6	71.8	72.0	72.2	72.4	72.7	72.9	73.1	73.3	73.5	73.8	74.0		
74.0	72.6	72.9	73.1	73.3	73.6	73.8	74.0	74.2	74.4	74.7	74.9	75.1	75.3		
75.0	74.0	74.2	74.4	74.7	74.9	75.1	75.3	75.6	75.8	76.0	76.2	76.5	76.7		
76.0	75.3	75.5	75.8	76.0	76.2	76.5	76.7	76.9	77.2	77.4	77.6	77.8	78.1		
77.0	76.6	76.9	77.1	77.3	77.6	77.8	78.0	78.3	78.5	78.7	79.0	79.2	79.4		
78.0	77.9	78.2	78.4	78.7	78.9	79.2	79.4	79.6	79.9	80.1	80.4	80.6	80.8		
79.0	79.3	79.5	79.8	80.0	80.3	80.5	80.8	81.0	81.3	81.5	81.7	82.0	82.2		
80.0	80.6	80.9	81.1	81.4	81.6	81.9	82.1	82.4	82.6	82.9	83.1	83.4	83.6		

续表 N. 0.1—3

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_u$ (km/s)														
	3.44	3.46	3.48	3.50	3.52	3.54	3.56	3.58	3.60	3.62	3.64	3.66	3.68		
81.0	82.0	82.2	82.5	82.8	83.0	83.3	83.5	83.8	84.0	84.3	84.5	84.8	85.0		
82.0	83.3	83.6	83.9	84.1	84.4	84.6	84.6	85.2	85.4	85.7	85.9	86.2	86.4		
83.0	84.7	85.0	85.2	85.5	85.8	86.0	86.3	86.5	86.8	87.1	87.3	87.6	87.8		
84.0	86.1	86.3	86.6	86.9	87.1	87.4	87.7	87.9	88.2	88.5	88.7	89.0	89.3		
85.0	87.4	87.7	88.0	88.3	88.5	88.8	89.1	89.3	89.6	89.9	90.1	90.4	90.7		
86.0	88.8	89.1	89.4	89.7	89.9	90.2	80.5	90.8	91.0	91.3	91.6	91.8	92.1		
87.0	90.2	90.5	90.8	91.1	91.3	91.6	91.9	92.2	92.4	92.7	93.0	93.3	93.5		
88.0	91.6	91.9	92.2	92.5	92.7	93.0	93.3	93.6	93.9	94.2	94.4	94.7	95.0		
89.0	93.0	93.3	93.6	93.9	94.2	94.4	94.7	95.0	95.3	95.6	95.9	96.2	96.4		
90.0	94.4	94.7	95.0	95.3	95.6	95.9	96.2	96.4	96.7	97.0	97.3	97.6	97.9		
平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_u$ (km/s)														
	3.70	3.72	3.74	3.76	3.78	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94		
28.0	20.6	20.6	20.7	20.8	20.8	20.9	20.9	21.0	21.1	21.1	21.2	21.2	21.3		
29.0	21.6	21.6	21.7	21.8	21.8	21.9	21.9	22.0	22.1	22.1	22.2	22.3	22.3		
30.0	22.6	22.6	22.7	22.8	22.8	22.9	23.0	23.0	23.1	23.2	23.2	23.3	23.4		
31.0	23.6	23.7	23.7	23.8	23.9	23.9	24.0	24.1	24.1	24.2	24.3	24.3	24.4		
32.0	24.6	24.7	24.8	24.8	24.9	25.0	25.0	25.1	25.2	25.2	25.3	25.4	25.5		
33.0	25.6	25.7	25.8	25.9	25.9	26.0	26.1	26.2	26.2	26.3	26.4	26.5	26.5		
34.0	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	27.1	27.2	27.2	27.3	27.4	27.5	27.5	27.6		
35.0	27.7	27.8	27.9	28.0	28.1	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.5	28.6	28.7		
36.0	28.8	28.9	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7	29.8		
37.0	29.9	30.0	30.1	30.1	30.2	30.3	30.4	30.5	30.6	30.7	30.7	30.8	30.9		
38.0	31.0	31.1	31.2	31.2	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8	31.9	32.0	32.0		

续表 N. 0.1—3

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_u$ (km/s)														
	3.70	3.72	3.74	3.76	3.78	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94		
39.0	32.1	32.2	32.3	32.3	32.4	32.5	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1	33.2		
40.0	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.7	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2	34.3		
41.0	34.3	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5		
42.0	35.4	35.5	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6		
43.0	36.5	36.6	36.8	36.9	37.0	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.7	37.8		
44.0	37.7	37.8	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0		
45.0	38.8	38.9	39.1	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	40.0	40.1	40.2		
46.0	40.0	40.1	40.2	40.3	40.5	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0	41.1	41.3	41.4		
47.0	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2	42.3	42.5	42.6		
48.0	42.3	42.5	42.6	42.7	42.8	43.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.6	43.7	43.8		
49.0	43.5	43.6	43.8	43.9	44.0	44.2	44.3	44.4	44.5	44.7	44.8	44.9	45.0		
50.0	44.7	44.8	45.0	45.1	45.2	45.4	45.5	45.6	45.7	45.9	46.0	46.1	46.3		
51.0	45.9	46.0	46.2	46.3	46.4	46.6	46.7	46.8	47.0	47.1	47.2	47.4	47.5		
52.0	47.1	47.3	47.4	47.5	47.7	47.8	47.9	48.1	48.2	48.3	48.5	48.6	48.7		
53.0	48.3	48.5	48.6	48.8	48.9	49.0	49.2	49.3	49.5	49.6	49.7	49.9	50.0		
54.0	49.6	49.7	49.9	50.0	50.1	50.3	50.4	50.6	50.7	50.8	51.0	51.1	51.3		
55.0	50.8	50.9	51.1	51.2	51.4	51.5	51.7	51.8	52.0	52.1	52.3	52.4	52.5		
56.0	52.0	52.2	52.3	52.5	52.6	52.8	52.9	53.1	53.2	53.4	53.5	53.7	53.8		
57.0	53.3	53.4	53.6	53.7	53.9	54.1	54.2	54.4	54.5	54.7	54.8	55.0	55.1		
58.0	54.5	54.7	54.9	55.0	55.2	55.3	55.5	55.6	55.8	56.0	56.1	56.3	56.4		
59.0	55.8	56.0	56.1	56.3	56.4	56.6	56.8	56.9	57.1	57.2	57.4	57.6	57.7		
60.0	57.1	57.2	57.4	57.6	57.7	57.9	58.1	58.2	58.4	58.5	58.7	58.9	59.0		
61.0	58.3	58.5	58.7	58.9	59.0	59.2	59.4	59.5	59.7	59.9	60.0	60.2	60.4		
62.0	59.6	59.8	60.0	60.1	60.3	60.5	60.7	60.8	61.0	61.2	61.3	61.5	61.7		
63.0	60.9	61.1	61.3	61.4	61.6	61.8	62.0	62.1	62.3	62.5	62.7	62.8	63.0		
64.0	62.2	62.4	62.6	62.8	62.9	63.1	63.3	63.5	63.7	63.8	64.0	64.2	64.4		

续表 N. 0.1—3

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	3.70	3.72	3.74	3.76	3.78	3.80	3.82	3.84	3.86	3.88	3.90	3.92	3.94		
65.0	63.5	63.7	63.9	64.1	64.3	64.4	64.6	64.8	65.0	65.2	65.3	65.5	65.7		
66.0	64.8	65.0	65.2	65.4	65.6	65.8	66.0	66.1	66.3	66.5	66.7	66.9	67.1		
67.0	66.1	66.3	66.5	66.7	66.9	67.1	67.3	67.5	67.7	67.9	68.1	68.2	68.4		
68.0	67.5	67.7	67.9	68.1	68.3	68.4	68.6	68.8	69.0	69.2	69.4	69.6	69.8		
69.0	68.8	69.0	69.2	69.4	69.6	69.8	70.0	70.2	70.4	70.6	70.8	71.0	71.2		
70.0	70.1	70.3	70.5	70.8	71.0	71.2	71.4	71.6	71.8	72.0	72.2	72.4	72.6		
71.0	71.5	71.7	71.9	72.1	72.3	72.5	72.7	72.9	73.1	73.3	73.5	73.7	73.9		
72.0	72.8	73.0	73.3	73.5	73.7	73.9	74.1	74.3	74.5	74.7	74.9	75.1	75.3		
73.0	74.2	74.4	74.6	74.8	75.1	75.3	75.5	75.7	75.9	76.1	76.3	76.5	76.7		
74.0	75.6	75.8	76.0	76.2	76.4	76.6	76.9	77.1	77.3	77.5	77.7	77.9	78.2		
75.0	76.9	77.1	77.4	77.6	77.8	78.0	78.3	78.5	78.7	78.9	79.1	79.4	79.6		
76.0	78.3	78.5	78.8	79.0	79.2	79.4	79.7	79.9	80.1	80.3	80.6	80.8	81.0		
77.0	79.7	79.9	80.1	80.4	80.6	80.8	81.1	81.3	81.5	81.7	82.0	82.2	82.4		
78.0	81.1	81.3	81.5	81.8	82.0	82.2	82.5	82.7	82.9	83.2	83.4	83.6	83.9		
79.0	82.5	82.7	82.9	83.2	83.4	83.7	83.9	84.1	84.4	84.6	84.8	85.1	85.3		
80.0	8.9	84.1	84.3	84.6	84.8	85.1	85.3	85.6	85.8	86.0	86.3	86.5	86.8		
81.0	85.3	85.5	85.8	86.0	86.3	86.5	86.7	87.0	87.2	87.5	87.7	88.0	88.2		
82.0	86.7	86.9	87.2	87.4	87.7	87.9	88.2	88.4	88.7	88.9	89.2	89.4	89.7		
83.0	88.1	88.4	88.6	88.9	89.1	89.4	89.6	89.9	90.1	90.4	90.6	90.9	91.1		
84.0	89.5	89.8	90.0	90.3	90.6	90.8	91.1	91.3	91.6	91.8	92.1	92.3	92.6		
85.0	90.9	91.2	91.5	91.7	92.0	92.3	92.5	92.8	93.0	93.3	93.6	93.8	94.1		
86.0	92.4	92.7	92.9	93.2	93.5	93.7	94.0	94.3	94.5	94.8	95.0	95.3	95.6		
87.0	93.8	94.1	94.4	94.6	94.9	95.2	95.5	95.7	96.0	96.3	96.5	96.8	97.1		
88.0	95.3	95.5	95.8	96.1	96.4	96.6	96.9	97.2	97.5	97.7	98.0	98.3	98.6		
89.0	96.7	97.0	97.3	97.6	97.8	98.1	98.4	98.7	99.0	99.2	99.5	99.8	100.1		
90.0	98.2	98.5	98.7	99.0	99.3	99.6	99.9	100.2	100.4	100.7	101.0	101.3	101.6		

续表 N. 0.1—3

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)																	
	超声声速 $v_a$ (km/s)																	
	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20					
28.0	21.4	21.4	21.5	21.5	21.6	21.6	21.7	21.8	21.8	21.9	21.9	22.0	22.0					
29.0	22.4	22.4	22.5	22.6	22.6	22.7	22.7	22.8	22.9	22.9	23.0	23.0	23.1					
30.0	23.4	23.5	23.5	23.6	23.7	23.7	23.8	23.9	23.9	24.0	24.0	24.1	24.2					
31.0	24.5	24.5	24.6	24.7	24.7	24.8	24.9	24.9	25.0	25.1	25.1	25.2	25.3					
32.0	25.5	25.6	25.7	25.7	25.8	25.9	25.9	26.0	26.1	26.1	26.2	26.3	26.4					
33.0	26.6	26.7	26.7	26.8	26.9	27.0	27.0	27.1	27.2	27.2	27.3	27.4	27.5					
34.0	27.6	27.7	27.8	27.9	28.0	28.0	28.1	28.2	28.3	28.3	28.4	28.5	28.6					
35.0	28.8	28.9	28.9	29.0	29.1	29.2	29.2	29.3	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7					
36.0	29.9	30.0	30.0	30.1	30.2	30.3	30.4	30.5	30.5	30.6	30.7	30.8	30.8					
37.0	31.0	31.1	31.2	31.3	31.3	31.4	31.5	31.6	31.7	31.8	31.8	31.9	32.0					
38.0	32.1	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.6	32.7	32.8	32.9	33.0	33.1	33.2					
39.0	33.3	33.4	33.4	33.5	33.6	33.7	33.8	33.9	34.0	34.1	34.2	34.2	34.3					
40.0	34.4	34.5	34.6	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.2	35.3	35.4	35.5					
41.0	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.0	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6	36.7					
42.0	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.7	37.8	37.9					
43.0	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0	39.1					
44.0	39.1	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.2	40.3					
45.0	40.3	40.4	40.5	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6					
46.0	41.5	41.6	41.7	41.8	41.9	42.0	42.2	42.3	42.4	42.5	42.6	42.7	42.8					
47.0	42.7	42.8	42.9	43.0	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	44.0	44.1					
48.0	43.9	44.0	44.2	44.3	44.4	44.5	44.6	44.7	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3					
49.0	45.1	45.3	45.4	45.5	45.6	45.8	45.9	46.0	46.1	46.2	46.4	46.5	46.6					
50.0	46.4	46.5	46.6	46.8	46.9	47.0	47.1	47.3	47.4	47.5	47.6	47.8	47.9					
51.0	47.6	47.8	47.9	48.0	48.1	48.3	48.4	48.5	48.7	48.8	48.9	49.0	49.2					



续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)															
	超声声速 $v_a$ (km/s)															
	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20			
52.0	48.9	49.0	49.1	49.3	49.4	49.5	49.7	49.8	49.9	50.1	50.2	50.3	50.5			
53.0	50.1	50.3	50.4	50.6	50.7	50.8	51.0	51.1	51.2	51.4	51.5	51.6	51.8			
54.0	51.4	51.6	51.7	51.8	52.0	52.1	52.2	52.4	52.5	52.7	52.8	52.9	53.1			
55.0	52.7	52.8	53.0	53.1	53.3	53.4	53.5	53.7	53.8	54.0	54.1	54.2	54.4			
56.0	54.0	54.1	54.3	54.4	54.6	54.7	54.9	55.0	55.1	55.3	55.4	55.6	55.7			
57.0	55.3	55.4	55.6	55.7	55.9	56.0	56.2	56.3	56.5	56.6	56.8	56.9	57.1			
58.0	56.6	56.7	56.9	57.0	57.2	57.3	57.5	57.6	57.8	57.9	58.1	58.2	58.4			
59.0	57.9	58.0	58.2	58.4	58.5	58.7	58.8	59.0	59.1	59.3	59.4	59.6	59.7			
60.0	59.2	59.4	59.5	59.7	59.8	60.0	60.2	60.3	60.5	60.6	60.8	60.9	61.1			
61.0	60.5	60.7	60.8	61.0	61.2	61.3	61.5	61.7	61.8	62.0	62.1	62.3	62.5			
62.0	61.9	62.0	62.2	62.4	62.5	62.7	62.9	63.0	63.2	63.4	63.5	63.7	63.8			
63.0	63.2	63.4	63.5	63.7	63.9	64.0	64.2	64.4	64.6	64.7	64.9	65.1	65.2			
64.0	64.5	64.7	64.9	65.1	65.2	65.4	65.6	65.8	65.9	66.1	66.3	66.4	66.2			
65.0	65.9	66.1	66.2	66.4	66.6	66.8	67.0	67.1	67.3	67.5	67.7	67.8	68.0			
66.0	67.2	67.4	67.6	67.8	68.0	68.2	68.3	68.5	68.7	68.9	69.1	69.2	69.4			
67.0	68.6	68.8	69.0	69.2	69.4	69.5	69.7	69.9	70.1	70.3	70.5	70.6	70.8			
68.0	70.0	70.2	70.4	70.6	70.7	70.9	71.1	71.3	71.5	71.7	71.9	72.1	72.2			
69.0	71.4	71.6	71.8	71.9	72.1	72.3	72.5	72.7	72.9	73.1	73.3	73.5	73.7			
70.0	72.8	73.0	73.2	73.3	73.5	73.7	73.9	74.1	74.3	74.5	74.7	74.9	75.1			
71.0	74.1	74.4	74.6	74.8	75.0	75.2	75.4	75.6	75.8	75.9	76.1	76.3	76.5			
72.0	75.6	75.8	76.0	76.2	76.4	76.6	76.8	77.0	77.2	77.4	77.6	77.8	78.0			
73.0	77.0	77.2	77.4	77.6	77.8	78.0	78.2	78.4	78.6	78.8	79.0	79.2	79.4			
74.0	78.4	78.6	78.8	79.0	79.2	79.4	79.6	79.9	80.1	80.3	80.5	80.7	80.9			
75.0	79.8	80.0	80.2	80.4	80.7	80.9	81.1	81.3	81.5	81.7	81.9	82.2	82.4			

续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)															
	超声声速 $v_a$ (km/s)															
	3.96	3.98	4.00	4.02	4.04	4.06	4.08	4.10	4.12	4.14	4.16	4.18	4.20			
76.0	81.2	81.4	81.7	81.9	82.1	82.3	82.5	82.8	83.0	83.2	83.4	83.6	83.8			
77.0	82.7	82.9	83.1	83.3	83.5	83.8	84.0	84.2	84.4	84.7	84.9	85.1	85.3			
78.0	84.1	84.3	84.5	84.8	85.0	85.2	85.5	85.7	85.9	86.1	86.4	86.6	86.8			
79.0	85.5	85.8	86.0	86.2	86.5	86.7	86.9	87.2	87.4	87.6	87.8	88.1	88.3			
80.0	87.0	87.2	87.5	87.7	87.9	88.2	88.4	88.6	88.9	89.1	89.3	89.6	89.8			
81.0	88.4	88.7	88.9	89.2	89.4	89.6	89.9	90.1	90.4	90.6	90.8	91.1	91.3			
82.0	89.9	90.2	90.4	90.6	90.9	91.1	91.4	91.6	91.9	92.1	92.3	92.6	92.8			
83.0	91.4	91.6	91.9	92.1	92.4	92.6	92.9	93.1	93.4	93.6	93.8	94.1	94.3			
84.0	92.9	93.1	93.4	93.6	93.9	94.1	94.4	94.6	94.9	95.1	95.4	95.6	95.8			
85.0	94.3	94.6	94.9	95.1	95.4	95.6	95.9	96.1	96.4	96.6	96.9	97.1	97.4			
86.0	95.8	96.1	96.3	96.6	96.9	97.1	97.4	97.6	97.9	98.2	98.4	98.7	98.9			
87.0	97.3	97.6	97.8	98.1	98.4	98.6	98.9	99.2	99.4	99.7	99.9	100.2	100.5			
88.0	98.8	99.1	99.4	99.6	99.9	100.2	100.4	100.7	101.0	101.2	101.5	101.7	102.0			
89.0	100.3	100.6	100.9	101.1	101.4	101.7	102.0	102.2	102.5	102.8	103.0	103.3	103.6			
90.0	101.8	102.1	102.4	102.7	103.0	103.2	103.5	103.8	104.0	104.3	104.6	104.8	105.1			

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)															
	超声声速 $v_a$ (km/s)															
	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46			
28.0	22.1	22.2	22.2	22.3	22.3	22.4	22.4	22.5	22.6	22.7	22.7	22.8				
29.0	23.2	23.2	23.3	23.3	23.4	23.5	23.5	23.6	23.6	23.7	23.7	23.9				
30.0	24.2	24.3	24.4	24.4	24.5	24.5	24.6	24.7	24.7	24.8	24.8	25.0				
31.0	25.3	25.4	25.4	25.5	25.6	25.6	25.7	25.8	25.8	25.9	26.0	26.1				
32.0	26.4	26.5	26.6	26.6	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	27.0	27.1	27.2				
33.0	27.5	27.6	27.7	27.7	27.8	27.9	27.9	28.0	28.1	28.2	28.2	28.4				

续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	超声声速 $v_u$ (km/s)													
	4. 22	4. 24	4. 26	4. 28	4. 30	4. 32	4. 34	4. 36	4. 38	4. 40	4. 42	4. 44	4. 46	
34. 0	28. 6	28. 7	28. 8	28. 8	28. 9	29. 0	29. 1	29. 1	29. 2	29. 3	29. 4	29. 4	29. 5	
35. 0	29. 8	29. 9	29. 9	30. 0	30. 1	30. 2	30. 2	30. 3	30. 4	30. 5	30. 5	30. 6	30. 7	
36. 0	30. 9	31. 0	31. 1	31. 2	31. 2	31. 3	31. 4	31. 5	31. 6	31. 6	31. 7	31. 8	31. 9	
37. 0	32. 1	32. 2	32. 2	32. 3	32. 4	32. 5	32. 6	32. 7	32. 7	32. 8	32. 9	33. 0	33. 1	
38. 0	33. 2	33. 3	33. 4	33. 5	33. 6	33. 7	33. 8	33. 8	33. 9	34. 0	34. 1	34. 2	34. 3	
39. 0	34. 4	34. 5	34. 6	34. 7	34. 8	34. 9	34. 9	35. 0	35. 1	35. 2	35. 3	35. 4	35. 5	
40. 0	35. 6	35. 7	35. 8	35. 9	36. 0	36. 1	36. 2	36. 2	36. 3	36. 4	36. 5	36. 6	36. 7	
41. 0	36. 8	36. 9	37. 0	37. 1	37. 2	37. 3	37. 4	37. 5	37. 6	37. 6	37. 7	37. 8	37. 9	
42. 0	38. 0	38. 1	38. 2	38. 3	38. 4	38. 5	38. 6	38. 7	38. 8	38. 9	39. 0	39. 1	39. 2	
43. 0	39. 2	39. 3	39. 4	39. 5	39. 6	39. 7	39. 8	39. 9	40. 0	40. 1	40. 2	40. 3	40. 4	
44. 0	40. 5	40. 6	40. 7	40. 8	40. 9	41. 0	41. 1	41. 2	41. 3	41. 4	41. 5	41. 6	41. 7	
45. 0	41. 7	41. 8	41. 9	42. 0	42. 1	42. 2	42. 3	42. 4	42. 5	42. 6	42. 7	42. 8	42. 9	
46. 0	42. 9	43. 0	43. 2	43. 3	43. 4	43. 5	43. 6	43. 7	43. 8	43. 9	44. 0	44. 1	44. 2	
47. 0	44. 2	44. 3	44. 4	44. 5	44. 6	44. 7	44. 9	45. 0	45. 1	45. 2	45. 3	45. 4	45. 5	
48. 0	45. 4	45. 6	45. 7	45. 8	45. 9	46. 0	46. 1	46. 3	46. 4	46. 5	46. 6	46. 7	46. 8	
49. 0	46. 7	46. 8	47. 0	47. 1	47. 2	47. 3	47. 4	47. 5	47. 7	47. 8	47. 9	48. 0	48. 1	
50. 0	48. 0	48. 1	48. 2	48. 4	48. 5	48. 6	48. 7	48. 9	49. 0	49. 1	49. 2	49. 3	49. 5	
51. 0	49. 3	49. 4	49. 5	49. 7	49. 8	49. 9	50. 0	50. 2	50. 3	50. 4	50. 5	50. 7	50. 8	
52. 0	50. 6	50. 7	50. 8	51. 0	51. 1	51. 2	51. 4	51. 5	51. 6	51. 7	51. 9	52. 0	52. 1	
53. 0	51. 9	52. 0	52. 2	52. 3	52. 4	52. 6	52. 7	52. 8	52. 9	53. 1	53. 2	53. 3	53. 5	
54. 0	53. 2	53. 3	53. 5	53. 6	53. 7	53. 9	54. 0	54. 1	54. 3	54. 4	54. 6	54. 7	54. 8	
55. 0	54. 5	54. 7	54. 8	54. 9	55. 1	55. 2	55. 4	55. 5	55. 6	55. 8	55. 9	56. 0	56. 2	
56. 0	55. 9	56. 0	56. 1	56. 3	56. 4	56. 6	56. 7	56. 8	57. 0	57. 1	57. 3	57. 4	57. 5	
57. 0	57. 2	57. 3	57. 5	57. 6	57. 8	57. 9	58. 1	58. 2	58. 4	58. 5	58. 6	58. 8	58. 9	

续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	超声声速 $v_u$ (km/s)													
	4. 22	4. 24	4. 26	4. 28	4. 30	4. 32	4. 34	4. 36	4. 38	4. 40	4. 42	4. 44	4. 46	
58. 0	58. 5	58. 7	58. 8	59. 0	59. 1	59. 3	59. 4	59. 6	59. 7	59. 9	60. 0	60. 2	60. 3	
59. 0	59. 9	60. 1	60. 2	60. 4	60. 5	60. 7	60. 8	61. 0	61. 1	61. 3	61. 4	61. 6	61. 7	
60. 0	61. 3	61. 4	61. 6	61. 7	61. 9	62. 0	62. 2	62. 3	62. 5	62. 7	62. 8	63. 0	63. 1	
61. 0	62. 6	62. 8	62. 9	63. 1	63. 3	63. 4	63. 6	63. 7	63. 9	64. 1	64. 2	64. 4	64. 5	
62. 0	64. 0	64. 2	64. 3	64. 5	64. 7	64. 8	65. 0	65. 1	65. 3	65. 5	65. 6	65. 8	65. 9	
63. 0	65. 4	65. 6	65. 7	65. 9	66. 1	66. 2	66. 4	66. 6	66. 7	66. 9	67. 0	67. 2	67. 4	
64. 0	66. 8	67. 0	67. 1	67. 3	67. 5	67. 6	67. 8	68. 0	68. 1	68. 3	68. 5	68. 6	68. 8	
65. 0	68. 2	68. 4	68. 5	68. 7	68. 9	69. 1	69. 2	69. 4	69. 6	69. 7	69. 9	70. 1	70. 2	
66. 0	69. 6	69. 8	69. 9	70. 1	70. 3	70. 5	70. 7	70. 8	71. 0	71. 2	71. 4	71. 5	71. 7	
67. 0	71. 0	71. 2	71. 4	71. 5	71. 7	71. 9	72. 1	72. 3	72. 4	72. 6	72. 8	73. 0	73. 2	
68. 0	72. 4	72. 6	72. 8	73. 0	73. 2	73. 3	73. 5	73. 7	73. 9	74. 1	74. 3	74. 4	74. 6	
69. 0	73. 9	74. 0	74. 2	74. 4	74. 6	74. 8	75. 0	75. 2	75. 4	75. 5	75. 7	75. 9	76. 1	
70. 0	75. 3	75. 5	75. 7	75. 9	76. 1	76. 2	76. 4	76. 6	76. 8	77. 0	77. 2	77. 4	77. 6	
71. 0	76. 7	76. 9	77. 1	77. 3	77. 5	77. 7	77. 9	78. 1	78. 3	78. 5	78. 7	78. 9	79. 1	
72. 0	78. 2	78. 4	78. 6	78. 8	79. 0	79. 2	79. 4	79. 6	79. 8	80. 0	80. 2	80. 4	80. 6	
73. 0	79. 6	79. 8	80. 0	80. 2	80. 5	80. 7	80. 9	81. 1	81. 3	81. 5	81. 7	81. 9	82. 1	
74. 0	81. 1	81. 3	81. 5	81. 7	81. 9	82. 1	82. 3	82. 5	82. 7	83. 0	83. 2	83. 4	83. 6	
75. 0	82. 6	82. 8	83. 0	83. 2	83. 4	83. 6	83. 8	84. 0	84. 2	84. 5	84. 7	84. 9	85. 1	
76. 0	84. 1	84. 3	84. 5	84. 7	84. 9	85. 1	85. 3	85. 5	85. 8	86. 0	86. 2	86. 4	86. 6	
77. 0	85. 5	85. 8	86. 0	86. 2	86. 4	86. 6	86. 8	87. 1	87. 3	87. 5	87. 7	87. 9	88. 1	
78. 0	87. 0	87. 2	87. 5	87. 7	87. 9	88. 1	88. 3	88. 6	88. 8	89. 0	89. 2	89. 4	89. 7	
79. 0	88. 5	88. 7	89. 0	89. 2	89. 4	89. 6	89. 9	90. 1	90. 3	90. 5	90. 8	91. 0	91. 2	
80. 0	90. 0	90. 3	90. 5	90. 7	90. 9	91. 2	91. 4	91. 6	91. 8	92. 1	92. 3	92. 5	92. 7	
81. 0	91. 5	91. 8	92. 0	92. 2	92. 5	92. 7	92. 9	93. 2	93. 4	93. 6	93. 8	94. 1	94. 3	

续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	4.22	4.24	4.26	4.28	4.30	4.32	4.34	4.36	4.38	4.40	4.42	4.44	4.46		
82.0	93.0	93.3	93.5	93.8	94.0	94.2	94.5	94.7	94.9	95.2	95.4	95.6	95.9		
83.0	94.6	94.8	95.0	95.3	95.5	95.8	96.0	96.2	96.5	96.7	97.0	97.2	97.4		
84.0	96.1	96.3	96.6	96.8	97.1	97.3	97.6	97.8	98.0	98.3	98.5	98.8	99.0		
85.0	97.6	97.9	98.1	98.4	98.6	98.9	99.1	99.4	99.6	99.9	100.1	100.3	100.6		
86.0	99.2	99.4	99.7	99.9	100.2	100.4	100.7	100.9	101.2	101.4	101.7	101.9	102.2		
87.0	100.7	101.0	101.2	101.5	101.7	102.0	102.2	102.5	102.8	103.0	103.3	103.5	103.8		
88.0	102.3	102.5	102.8	103.0	103.3	103.6	103.8	104.1	104.3	104.6	104.9	105.1	105.4		
89.0	103.8	104.1	104.4	104.6	104.9	105.1	105.4	105.7	105.9	103.2	106.4	106.7	107.0		
90.0	105.4	105.7	105.9	106.2	106.5	106.7	107.0	107.3	107.5	107.8	108.1	108.3	108.6		
平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72		
28.0	22.8	22.9	22.9	23.0	23.0	23.1	23.1	23.2	23.3	23.3	23.4	23.4	23.5		
29.0	23.9	24.0	24.0	24.1	24.1	24.2	24.3	24.4	24.4	24.4	24.5	24.5	24.6		
30.0	25.0	25.1	25.1	25.2	25.3	25.3	25.4	25.4	25.5	25.6	25.6	25.7	25.7		
31.0	26.1	26.2	26.3	26.3	26.4	26.5	26.5	26.6	26.6	26.7	26.8	26.8	26.9		
32.0	27.3	27.3	27.4	27.5	27.5	27.6	27.7	27.7	27.8	27.9	27.9	28.0	28.1		
33.0	28.4	28.5	28.6	28.6	28.7	28.8	28.8	28.9	29.0	29.0	29.1	29.2	29.2		
34.0	29.6	29.6	29.7	29.8	29.8	29.9	30.0	30.1	30.1	30.2	30.3	30.3	30.4		
35.0	30.8	30.8	30.9	31.0	31.1	31.1	31.2	31.3	31.3	31.4	31.5	31.6	31.6		
36.0	31.9	32.0	32.1	32.2	32.2	32.3	32.4	32.5	32.6	32.6	32.7	32.8	32.9		
37.0	33.1	33.2	33.3	33.4	33.5	33.5	33.6	33.7	33.8	33.8	33.9	34.0	34.1		
38.0	34.3	34.4	34.5	34.6	34.7	34.7	34.8	34.9	35.0	35.1	35.2	35.2	35.3		
39.0	35.6	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.4	36.1	36.2	36.3	36.4	36.5	36.6		

续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72		
40.0	36.8	36.9	37.0	37.0	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.7	37.7	37.8		
41.0	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.6	38.7	38.8	38.9	39.0	39.1		
42.0	39.3	39.4	39.4	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.2	40.3	40.4		
43.0	40.5	40.6	40.7	40.8	40.9	41.0	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.7		
44.0	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9	43.0		
45.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	43.9	44.0	44.1	44.2	44.3		
46.0	44.3	44.4	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3	45.4	45.5	45.6		
47.0	45.6	45.7	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7	46.8	46.9		
48.0	46.9	47.0	47.2	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.1	48.2	48.3		
49.0	48.2	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.1	49.2	49.3	49.4	49.5	49.6		
50.0	49.6	49.7	49.8	49.9	50.0	50.2	50.3	50.4	50.5	50.6	50.8	50.9	51.0		
51.0	50.9	51.0	51.1	51.3	51.4	51.5	51.6	51.8	51.9	52.0	52.1	52.2	52.4		
52.0	52.2	52.4	52.5	52.6	52.7	52.9	53.0	53.1	53.2	53.4	53.5	53.6	53.7		
53.0	53.6	53.7	53.8	54.0	54.1	54.2	54.4	54.5	54.6	54.7	54.9	55.0	55.1		
54.0	54.9	55.1	55.2	55.3	55.5	55.6	55.7	55.9	56.0	56.1	56.3	56.4	56.5		
55.0	56.3	56.4	56.6	56.7	56.9	57.0	57.1	57.3	57.4	57.5	57.7	57.8	57.9		
56.0	57.7	57.8	58.0	58.1	58.2	58.4	58.5	58.7	58.8	58.9	59.1	59.2	59.3		
57.0	59.1	59.2	59.4	59.5	59.6	59.8	59.9	60.1	60.2	60.3	60.5	60.6	60.8		
58.0	60.5	60.6	60.8	60.9	61.0	61.2	61.3	61.5	61.6	61.8	61.9	62.0	62.2		
59.0	61.9	62.0	62.2	62.3	62.6	62.7	62.9	63.0	63.2	63.3	63.5	63.6	63.6		
60.0	63.3	63.4	63.6	63.7	63.9	64.0	64.2	64.3	64.5	64.6	64.8	64.9	65.1		
61.0	64.7	64.8	65.0	65.1	65.3	65.5	65.6	65.8	65.9	66.1	66.2	66.4	66.5		
62.0	66.1	66.3	66.4	66.6	66.7	66.9	67.1	67.2	67.4	67.5	67.7	67.8	68.0		
63.0	67.5	67.7	67.9	68.0	68.2	68.3	68.5	68.7	68.8	69.0	69.1	69.3	69.5		
64.0	69.0	69.1	69.3	69.5	69.6	69.8	69.8	70.0	70.1	70.3	70.5	70.6	70.9		
65.0	70.4	70.6	70.8	70.9	71.1	71.3	71.4	71.6	71.8	71.9	72.1	72.3	72.4		

续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)															
	超声声速 $v_{si}$ (km/s)															
	4.48	4.50	4.52	4.54	4.56	4.58	4.60	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.72			
66.0	71.9	72.0	72.2	72.4	72.6	72.7	72.9	73.1	73.2	73.4	73.6	73.8	73.9			
67.0	73.3	73.5	73.7	73.9	74.0	74.2	74.4	74.6	74.7	74.9	75.1	75.3	75.4			
68.0	74.8	75.0	75.2	75.3	75.5	75.7	75.9	76.1	76.2	76.4	76.6	76.8	76.9			
69.0	76.3	76.5	76.6	76.8	77.0	77.2	77.4	77.6	77.7	77.9	78.1	78.3	78.5			
70.0	77.8	77.9	78.1	78.3	78.5	78.7	78.9	79.1	79.2	79.4	79.6	79.8	80.0			
71.0	79.2	79.4	79.6	79.8	80.0	80.2	80.4	80.6	80.8	80.9	81.1	81.3	81.5			
72.0	80.7	80.9	81.1	81.3	81.5	81.7	81.9	82.1	82.3	82.5	82.7	82.9	83.0			
73.0	82.3	82.4	82.6	82.8	83.0	83.2	83.4	83.6	83.8	84.0	84.2	84.4	84.6			
74.0	83.8	84.0	84.2	84.4	84.6	84.8	85.0	85.2	85.4	85.6	85.8	86.0	86.2			
75.0	85.3	85.5	85.7	85.9	86.1	86.3	86.5	86.7	86.9	87.1	87.3	87.5	87.7			
76.0	86.8	87.0	87.2	87.4	87.6	87.8	88.0	88.3	88.5	88.7	88.9	89.1	89.3			
77.0	88.3	88.5	88.8	89.0	89.2	89.4	89.6	89.8	90.0	90.2	90.4	90.6	90.9			
78.0	89.9	90.1	90.3	90.5	90.7	90.9	91.2	91.4	91.6	91.8	92.0	92.2	92.4			
79.0	91.4	91.6	91.9	92.1	92.3	92.5	92.7	92.9	93.2	93.4	93.6	93.8	94.0			
80.0	93.0	93.2	93.4	93.6	93.9	94.1	94.3	94.5	94.7	95.0	95.2	95.4	95.6			
81.0	94.5	94.8	9.0	95.2	95.4	95.7	95.9	96.1	96.3	96.6	96.8	97.0	97.2			
82.0	96.1	96.3	96.6	96.8	97.0	97.2	97.5	97.7	97.9	98.2	98.4	98.6	98.8			
83.0	97.7	97.9	98.1	98.4	98.6	98.8	99.1	99.3	99.5	99.8	100.0	100.2	100.5			
84.0	99.2	99.5	99.7	100.0	100.2	100.4	100.7	100.9	101.1	101.4	101.6	101.8	102.1			
85.0	100.8	101.1	101.3	101.6	101.8	102.0	102.3	102.5	102.8	103.0	103.2	103.5	103.7			
86.0	102.4	102.7	102.9	103.2	103.4	103.6	103.9	104.1	104.4	104.6	104.9	105.1	105.3			
87.0	104.0	104.3	104.5	104.8	105.0	105.3	105.5	105.8	106.0	106.2	106.6	106.7	107.0			
88.0	105.6	105.9	106.1	106.4	106.6	106.9	107.1	107.4	107.6	107.9	108.1	108.4	108.6			
89.0	107.2	107.5	107.7	108.0	108.3	108.5	108.8	109.0	109.3	109.5	109.8	110.0				
90.0	108.8	109.1	109.4	109.6	109.9											

续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)															
	超声声速 $v_{si}$ (km/s)															
	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98			
28.0	23.5	23.6	23.6	23.7	23.7	23.8	23.8	23.9	23.9	24.0	24.1	24.1	24.2			
29.0	24.7	24.7	24.8	24.8	24.9	24.9	25.0	25.0	25.1	25.2	25.2	25.3	25.3			
30.0	25.8	25.9	25.9	26.0	26.0	26.1	26.1	26.2	26.3	26.3	26.4	26.4	26.5			
31.0	27.0	27.0	27.1	27.1	27.2	27.3	27.3	27.4	27.4	27.5	27.6	27.6	27.7			
32.0	28.1	28.2	28.3	28.3	28.4	28.4	28.5	28.6	28.6	28.7	28.8	28.8	28.9			
33.0	29.3	29.4	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7	29.8	29.8	29.9	30.0	30.0	30.1			
34.0	30.5	30.6	30.6	30.7	30.8	30.8	30.9	31.0	31.0	31.1	31.2	31.2	31.3			
35.0	31.7	31.8	31.9	31.9	32.0	32.1	32.1	32.2	32.3	32.4	32.4	32.5	32.6			
36.0	32.9	33.0	33.1	33.2	33.2	33.3	33.4	33.4	33.5	33.6	33.7	33.7	33.8			
37.0	34.2	34.2	34.3	34.4	34.5	34.5	34.6	34.7	34.8	34.8	34.9	35.0	35.1			
38.0	35.4	35.5	35.6	35.6	35.7	35.8	35.9	36.0	36.0	36.1	36.2	36.3	36.4			
39.0	36.6	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	37.1	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.6			
40.0	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9	38.9			
41.0	39.2	39.3	39.4	39.5	39.5	39.6	39.7	39.8	39.9	40.0	40.1	40.2	40.2			
42.0	40.5	40.6	40.7	40.7	40.8	40.9	41.0	41.1	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6			
43.0	41.8	41.9	42.0	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9			
44.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.7	43.8	43.9	44.0	44.1	44.2			
45.0	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3	45.4	45.5	45.6			
46.0	45.7	45.8	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7	46.8	46.9			
47.0	47.0	47.1	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.0	48.1	48.2	48.3			
48.0	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.0	49.2	49.3	49.4	49.5	49.6	49.7			
49.0	49.7	49.9	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4	50.5	50.6	50.7	50.9	51.0	51.1			
50.0	51.1	51.2	51.3	51.4	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.1	52.3	52.4	52.5			
51.0	52.5	52.6	52.7	52.8	52.9	53.1	53.2	53.3	53.4	53.5	53.7	53.8	53.9			

续表 N. 0. 1—3

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)															
	超声声速 $v_a$ (km/s)															
	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98			
52.0	53.9	54.0	54.1	54.2	54.3	54.5	54.6	57.7	54.8	54.9	55.1	55.2	55.3			
53.0	55.2	55.4	55.5	55.6	55.7	55.9	56.0	56.1	56.2	56.4	56.5	56.6	56.7			
54.0	56.6	56.8	56.9	57.0	57.2	57.3	57.4	57.5	57.7	57.8	57.9	58.0	58.2			
55.0	58.1	58.2	58.3	58.4	58.6	58.7	58.8	59.0	59.1	59.2	59.4	59.5	59.6			
56.0	59.5	59.6	59.7	59.9	60.0	60.1	60.3	60.4	60.5	60.7	60.8	60.9	61.1			
57.0	60.9	61.0	61.2	61.3	61.4	61.6	61.7	61.9	62.0	62.1	62.3	62.4	62.5			
58.0	62.3	62.5	62.6	62.8	62.9	63.0	63.2	63.3	63.5	63.6	63.7	63.9	64.0			
59.0	63.8	63.9	64.1	64.2	64.3	64.5	64.6	64.8	64.9	65.1	65.2	65.3	65.5			
60.0	65.2	65.4	65.5	65.7	65.8	66.0	66.1	66.3	66.4	66.5	66.7	66.8	67.0			
61.0	66.7	66.8	67.0	67.1	67.3	67.4	67.6	67.7	67.9	68.0	68.2	68.3	68.5			
62.0	68.1	68.3	68.5	68.6	68.8	68.9	69.1	69.2	69.4	69.5	69.7	69.8	70.0			
63.0	69.6	69.8	69.9	70.1	70.3	70.4	70.6	70.7	70.9	71.0	71.2	71.3	71.5			
64.0	71.1	71.3	71.4	71.6	71.7	71.9	72.1	72.2	72.4	72.5	72.7	72.9	73.0			
65.0	72.6	72.8	72.9	73.1	73.3	73.4	73.6	73.7	73.9	74.1	74.2	74.4	74.6			
66.0	74.1	74.3	74.4	74.6	74.8	74.9	75.1	75.3	75.4	75.6	75.8	75.9	76.1			
67.0	75.6	75.8	75.9	76.1	76.3	76.5	76.6	76.8	77.0	77.1	77.3	77.5	77.6			
68.0	77.1	77.3	77.5	77.6	77.8	78.0	78.2	78.3	78.5	78.7	78.8	79.0	79.2			
69.0	78.6	78.8	79.0	79.2	79.3	79.5	79.7	79.9	80.1	80.2	80.4	80.6	80.8			
70.0	80.2	80.3	80.5	80.7	80.9	81.1	81.2	81.4	81.6	81.8	82.0	82.1	82.3			
71.0	81.7	81.9	82.1	82.3	82.4	82.6	82.8	83.0	83.2	83.4	83.5	83.7	83.9			
72.0	83.2	83.4	83.6	83.8	84.0	84.2	84.4	84.6	84.7	84.9	85.1	85.3	85.5			
73.0	84.8	85.0	85.2	85.4	85.6	85.7	85.9	86.1	86.3	86.5	86.7	86.9	87.1			
74.0	86.3	86.5	86.7	86.9	87.1	87.3	87.5	87.7	87.9	88.1	88.3	88.5	88.7			
75.0	87.9	88.1	88.3	88.5	88.7	88.9	89.1	89.3	89.5	89.7	89.9	90.1	90.3			

续表 N. 0. 1—3

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)															
	超声声速 $v_a$ (km/s)															
	4.74	4.76	4.78	4.80	4.82	4.84	4.86	4.88	4.90	4.92	4.94	4.96	4.98			
76.0	89.5	89.7	89.9	90.1	90.3	90.5	90.7	90.9	91.1	91.3	91.5	91.7	91.9			
77.0	91.1	91.3	91.5	91.7	91.9	92.1	92.3	92.5	92.7	92.9	93.1	93.3	93.5			
78.0	92.6	92.9	93.1	93.3	93.5	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5	94.7	94.9	95.1			
79.0	94.2	94.5	94.7	94.9	95.1	95.3	95.5	95.7	95.9	96.2	96.4	96.6	96.8			
80.0	95.8	96.1	96.3	96.5	96.7	96.9	97.1	97.4	97.6	97.8	98.0	98.2	98.4			
81.0	97.4	97.7	97.9	98.1	98.3	98.6	98.8	99.0	99.2	99.4	99.6	99.9	100.1			
82.0	99.1	99.3	99.5	99.7	100.0	100.2	100.4	100.6	100.8	101.1	101.3	101.5	101.7			
83.0	100.7	100.9	101.1	101.4	101.6	101.8	102.0	102.3	102.5	102.7	102.9	103.2	103.4			
84.0	102.3	102.5	102.8	103.0	103.2	103.5	103.7	103.9	104.2	104.4	104.6	104.8	105.1			
85.0	103.9	104.2	104.4	104.6	104.9	105.1	105.3	105.6	105.8	106.0	106.3	106.5	106.7			
86.0	105.6	105.8	106.1	106.3	106.5	106.8	107.0	107.2	107.5	107.7	108.0	108.2	108.4			
87.0	107.2	107.5	107.7	108.0	108.2	108.4	108.7	108.9	109.2	109.4	109.6	—	—			
88.0	108.9	109.1	109.4	109.6	109.9	—	—	—	—	—	—	—	—			
平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}^c$ (MPa)															
	超声声速 $v_a$ (km/s)															
	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24			
28.0	24.2	24.3	24.3	24.4	24.4	24.5	24.5	24.6	24.6	24.7	24.7	24.8	24.8			
29.0	25.4	25.4	25.5	25.5	25.6	25.6	25.7	25.8	25.8	25.9	25.9	26.0	26.0			
30.0	26.6	26.6	26.7	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	27.0	27.1	27.1	27.2	27.2			
31.0	27.7	27.8	27.9	27.9	28.0	28.0	28.1	28.2	28.1	28.3	28.3	28.4	28.5			
32.0	28.9	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3	29.3	29.4	29.4	29.5	29.6	29.6	29.7			
33.0	30.2	30.2	30.3	30.4	30.4	30.5	30.6	30.6	30.7	30.7	30.8	30.9	30.9			
34.0	31.4	31.4	31.5	31.6	31.6	31.7	31.8	31.8	31.9	32.0	32.0	32.1	32.2			
35.0	32.6	32.7	32.8	32.8	32.9	33.0	33.1	33.1	33.2	33.3	33.3	33.4	33.5			

续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24		
36.0	33.9	34.0	34.0	34.1	34.2	34.3	34.3	34.4	34.5	34.5	34.6	34.7	34.8		
37.0	35.2	35.2	35.3	35.4	35.5	35.5	35.6	35.7	35.8	35.8	35.9	36.0	36.1		
38.0	36.4	36.5	36.6	36.7	36.7	36.8	36.9	37.0	37.1	37.1	37.2	37.3	37.4		
39.0	37.7	37.8	37.9	38.0	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.4	38.5	38.6	38.7		
40.0	39.0	39.1	39.2	39.3	39.4	39.4	39.4	39.6	39.7	39.8	39.9	39.9	40.0		
41.0	40.3	40.4	40.5	40.6	40.7	40.8	40.8	40.9	41.0	41.1	41.2	41.3	41.4		
42.0	41.7	41.7	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5	42.5	42.6	42.7		
43.0	43.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	43.9	44.0	44.1		
44.0	44.3	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0	45.1	45.2	45.3	45.4	45.5		
45.0	45.7	45.8	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7	46.8	46.8		
46.0	47.0	47.1	47.2	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.0	48.1	48.2		
47.0	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.0	49.1	49.2	49.3	49.4	49.6	49.7		
48.0	49.8	49.9	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4	50.5	50.7	50.8	50.9	51.0	51.1		
49.0	51.2	51.3	51.4	51.5	51.6	51.7	51.9	52.0	52.1	52.2	52.3	52.4	52.5		
50.0	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.8	53.9		
51.0	54.0	54.1	54.2	54.4	54.5	54.6	54.7	54.8	54.9	55.0	55.2	55.3	55.4		
52.0	55.4	55.5	55.7	55.8	55.9	56.0	56.1	56.3	56.4	56.5	56.6	56.7	56.8		
53.0	56.9	57.0	57.1	57.2	57.3	57.5	57.6	57.7	57.8	58.0	58.1	58.2	58.3		
54.0	58.3	58.4	58.5	58.7	58.8	58.9	59.0	59.2	59.3	59.4	59.5	59.7	59.8		
55.0	59.7	59.9	60.0	60.1	60.3	60.4	60.5	60.6	60.8	60.9	61.0	61.2	61.3		
56.0	61.2	61.3	61.5	61.6	61.7	61.9	62.0	62.1	62.3	62.4	62.5	62.6	62.8		
57.0	62.7	62.8	62.9	63.1	63.2	63.3	63.5	63.6	63.7	63.9	64.0	64.1	64.3		
58.0	64.1	64.3	64.4	64.6	64.7	64.8	65.0	65.1	65.2	65.4	65.5	65.7	65.8		
59.0	65.6	65.8	65.9	66.1	66.2	66.3	66.5	66.6	66.8	66.9	67.0	67.2	67.3		
60.0	67.1	67.3	67.4	67.6	67.7	67.8	68.0	68.1	68.3	68.4	68.6	68.7	68.8		
61.0	68.6	68.8	68.9	69.1	69.2	69.4	69.5	69.7	69.8	69.9	70.1	70.2	70.4		

续表 N. 0. 1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	5.00	5.02	5.04	5.06	5.08	5.10	5.12	5.14	5.16	5.18	5.20	5.22	5.24		
62.0	70.1	70.3	70.4	70.6	70.7	70.9	71.0	71.2	71.3	71.5	71.6	71.8	71.9		
63.0	71.7	71.8	72.0	72.1	72.3	72.4	72.6	72.7	72.9	73.0	73.2	73.3	73.5		
64.0	73.2	73.3	73.5	73.7	73.8	74.0	74.1	74.3	74.4	74.6	74.7	74.9	75.1		
65.0	74.7	74.9	45.0	75.2	75.4	45.5	45.7	75.8	76.0	76.2	76.3	76.5	76.6		
66.0	76.3	76.4	46.6	76.7	76.9	77.1	77.2	77.4	77.6	77.7	77.9	78.0	78.2		
67.0	77.8	78.0	48.1	78.3	78.5	78.6	78.8	79.0	79.1	79.3	79.5	79.6	79.8		
68.0	79.4	79.5	49.7	79.9	80.0	80.2	80.4	80.6	80.7	80.9	81.1	81.2	81.4		
69.0	80.9	81.1	81.3	81.5	81.6	81.8	82.0	82.1	82.3	82.5	82.7	82.8	83.0		
70.0	82.5	82.7	82.9	83.0	83.2	83.4	83.6	83.7	83.9	84.1	84.3	84.4	84.6		
71.0	84.1	84.3	84.4	84.6	84.8	85.0	85.2	85.3	85.5	85.7	85.9	86.1	86.2		
72.0	85.7	85.9	86.0	86.2	86.4	86.6	86.8	87.0	87.1	87.3	87.5	87.7	87.9		
73.0	87.3	87.5	87.6	87.8	88.0	88.2	88.4	88.6	88.8	88.9	89.1	89.3	89.5		
74.0	88.9	89.1	89.3	89.4	89.6	89.8	90.0	90.2	90.4	90.6	90.8	91.0	91.1		
75.0	90.5	90.7	90.9	91.1	91.3	91.5	91.6	91.8	92.0	92.2	92.4	92.6	92.8		
76.0	92.1	92.3	92.5	92.7	92.9	93.1	93.3	93.5	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5		
77.0	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5	94.7	94.9	95.1	95.3	95.5	95.7	95.9	96.1		
78.0	95.4	95.6	95.8	96.0	96.2	96.4	96.6	96.8	97.0	97.2	97.4	97.6	97.8		
79.0	97.0	97.2	97.4	97.9	97.8	98.0	98.2	98.4	98.7	98.9	99.1	99.3	99.5		
80.0	98.6	98.9	99.1	99.3	99.5	99.7	99.9	100.1	100.3	100.5	100.7	101.0	101.2		
81.0	100.3	100.5	100.7	100.9	101.2	101.4	101.6	101.8	102.0	102.2	102.4	102.6	102.9		
82.0	102.0	102.2	102.4	102.6	102.8	103.0	103.3	103.5	103.7	103.9	104.1	104.3	104.6		
83.0	103.6	103.8	104.1	104.3	104.5	104.7	105.0	105.2	105.4	105.6	105.8	106.1	106.3		
84.0	105.3	105.5	105.7	106.0	106.2	106.4	106.6	106.9	107.1	107.3	107.5	107.8	108.0		
85.0	107.0	107.2	107.4	107.7	107.9	108.1	108.4	108.6	108.8	109.0	109.3	109.5	109.7		
86.0	108.7	108.9	109.1	109.4	109.6	—	—	—	—	—	—	—	—		

续表 N. 0.1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	超声声速 $v_a$ (km/s)													
	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34	5.36	5.38	5.40	5.42	5.44	5.46	5.48	5.50	
28.0	24.9	24.9	25.0	25.0	25.1	25.1	25.2	25.2	25.3	25.3	25.4	25.4	25.5	
29.0	26.1	26.1	26.2	26.2	26.3	26.3	26.4	26.4	26.5	26.6	26.6	26.7	26.7	
30.0	27.3	27.3	27.4	27.5	27.5	27.6	27.6	27.7	27.7	27.8	27.8	27.9	28.0	
31.0	28.5	28.6	28.6	28.7	28.7	28.8	28.9	28.9	29.0	29.0	29.1	29.1	29.2	
32.0	29.7	29.8	29.9	29.9	30.0	30.1	30.1	30.2	30.2	30.3	30.4	30.4	30.5	
33.0	31.0	31.1	31.1	31.2	31.3	31.3	31.4	31.4	31.5	31.6	31.6	31.7	31.8	
34.0	32.2	32.3	32.4	32.4	32.5	32.6	32.6	32.7	32.8	32.8	32.9	33.0	33.0	
35.0	33.5	33.6	33.7	33.7	33.8	33.9	33.9	34.0	34.1	34.2	34.2	34.3	34.4	
36.0	34.8	34.9	35.0	35.0	35.1	35.2	35.3	35.3	35.4	35.5	35.5	35.6	35.7	
37.0	36.1	36.2	36.3	36.3	36.4	36.5	36.6	36.6	36.7	36.8	36.9	36.9	37.0	
38.0	37.4	37.5	37.6	37.7	37.7	37.8	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.3	38.4	
39.0	38.8	38.8	38.9	39.0	39.1	39.2	39.2	39.3	39.4	39.5	39.6	39.6	39.7	
40.0	40.1	40.2	40.3	40.3	40.4	40.5	40.6	40.7	40.8	40.8	40.9	41.0	41.1	
41.0	41.4	41.5	41.6	41.7	41.8	41.9	42.0	42.0	42.1	42.2	42.3	42.4	42.5	
42.0	42.8	42.9	43.0	43.1	43.2	43.2	43.3	43.4	43.5	43.6	43.7	43.8	43.8	
43.0	44.2	44.3	44.4	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0	45.1	45.2	45.2	
44.0	45.6	45.6	45.7	45.8	45.9	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4	46.5	46.6	46.7	
45.0	46.9	47.0	47.1	47.2	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.8	47.9	48.0	48.1	
46.0	48.3	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.0	49.1	49.2	49.3	49.4	49.5	
47.0	49.8	49.9	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4	50.5	50.6	50.7	50.8	50.9	51.0	
48.0	51.2	51.3	51.4	51.5	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.1	52.2	52.3	52.4	
49.0	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.1	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.8	53.9	
50.0	54.1	54.2	54.3	54.4	54.5	54.6	54.7	54.8	54.9	55.0	55.1	55.3	55.4	
51.0	55.5	55.6	55.7	55.8	56.0	56.1	56.2	56.3	56.4	56.5	56.6	56.7	56.9	

续表 N. 0.1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)													
	超声声速 $v_a$ (km/s)													
	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34	5.36	5.38	5.40	5.42	5.44	5.46	5.48	5.50	
52.0	57.0	57.1	57.2	57.3	57.4	57.5	57.7	57.8	57.9	58.0	58.1	58.2	58.4	
53.0	58.4	58.6	58.7	58.8	58.9	59.0	59.1	59.3	59.4	59.5	59.6	59.7	59.9	
54.0	59.9	60.0	60.2	60.3	60.4	60.5	60.6	60.8	60.9	61.0	61.1	61.3	61.4	
55.0	61.4	61.5	61.7	61.8	61.9	62.0	62.2	62.3	62.4	62.5	62.7	62.8	62.9	
56.0	62.9	63.0	63.2	63.3	63.4	63.5	63.7	63.8	63.9	64.1	64.2	64.3	64.4	
57.0	64.4	64.5	4.7	64.8	64.9	65.1	65.2	65.3	65.5	65.6	65.7	65.8	66.0	
58.0	65.9	66.1	66.2	66.3	66.5	66.6	66.7	66.9	67.0	67.1	67.3	67.4	67.5	
59.0	67.5	67.6	67.7	67.9	68.0	68.1	68.3	68.4	68.5	68.7	68.8	69.0	69.1	
60.0	69.0	69.1	69.3	69.4	69.5	69.7	69.8	70.0	70.1	70.2	70.4	70.5	70.7	
61.0	70.5	70.7	70.8	71.0	71.1	71.2	71.4	71.5	71.7	71.8	72.0	72.1	72.2	
62.0	72.1	72.2	72.4	72.5	72.7	72.8	73.0	73.1	73.3	73.4	73.5	73.7	73.8	
63.0	73.6	73.8	73.9	74.1	74.2	74.4	74.5	74.7	74.8	75.0	75.1	75.3	75.4	
64.0	75.2	75.4	75.5	75.7	75.8	76.0	76.1	76.3	76.4	76.6	76.7	76.9	77.0	
65.0	76.8	76.9	77.1	77.3	77.4	77.6	77.7	77.9	78.0	78.2	78.3	78.5	78.7	
66.0	78.4	78.5	78.7	78.8	79.0	79.2	79.3	79.5	79.6	79.8	80.0	80.1	80.3	
67.0	80.0	80.1	80.3	80.5	80.6	80.8	80.9	81.1	81.3	81.4	81.6	81.7	81.9	
68.0	81.6	81.7	81.9	82.1	82.2	82.4	82.6	82.7	82.9	83.1	83.2	83.4	83.5	
69.0	83.2	83.3	83.5	83.7	83.8	84.0	84.2	84.4	84.5	84.7	84.9	85.0	85.2	
70.0	84.8	85.0	85.1	85.3	85.5	85.7	85.8	86.0	86.2	86.3	86.5	86.7	86.9	
71.0	86.4	86.6	86.8	86.9	87.1	87.3	87.5	87.6	87.8	88.0	88.2	88.3	88.5	
72.0	88.0	88.2	88.4	88.6	88.8	88.9	89.1	89.3	89.5	89.7	89.8	90.0	90.2	
73.0	89.7	89.9	90.1	90.2	90.4	90.6	90.8	91.0	91.1	91.3	91.5	91.7	91.9	
74.0	91.3	91.5	91.7	91.9	92.1	92.3	92.4	92.6	92.8	93.0	93.2	93.4	93.6	
75.0	93.0	93.2	93.4	93.6	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5	94.7	94.9	95.1	95.2	

续表 N. 0.1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	5.26	5.28	5.30	5.32	5.34	5.36	5.38	5.40	5.42	5.44	5.46	5.48	5.50		
76.0	94.6	94.8	95.0	95.2	95.4	95.6	95.8	96.0	96.2	96.4	96.6	96.8	97.0		
77.0	96.3	96.5	96.7	96.9	97.1	97.3	97.5	97.7	97.9	98.1	98.3	98.5	98.7		
78.0	98.0	98.2	98.4	98.6	98.8	99.0	99.2	99.4	99.6	99.8	100.0	100.2	100.4		
79.0	99.7	99.9	100.1	100.3	100.5	100.7	100.9	101.1	101.3	101.5	101.7	101.9	102.1		
80.0	101.4	101.6	101.8	102.0	102.2	102.4	102.6	102.8	103.0	103.2	103.4	103.6	103.8		
81.0	103.4	103.3	103.5	103.7	103.9	104.1	104.3	104.5	104.8	105.0	105.2	105.4	105.6		
82.0	104.8	105.0	105.2	105.4	105.6	105.8	106.1	106.3	106.5	106.7	106.9	107.1	107.3		
83.0	106.5	106.7	106.9	107.1	107.4	107.6	107.8	108.0	108.2	108.4	108.7	108.9	109.1		
84.0	108.2	108.4	108.7	108.9	109.1	109.3	109.5	109.8	—	—	—	—	—		
85.0	109.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	5.52	5.54	5.56	5.58	5.60	5.62	5.64	5.66	5.68	5.70	5.72	5.74	5.76		
28.0	25.5	25.6	25.6	25.7	25.7	25.8	25.8	25.9	25.9	26.0	26.0	26.1	26.1		
29.0	26.8	26.8	26.9	26.9	27.0	27.0	27.1	27.1	27.2	27.2	27.3	27.3	27.4		
30.0	28.0	28.1	28.1	28.2	28.2	28.3	28.3	28.4	28.4	28.5	28.5	28.6	28.7		
31.0	29.3	29.3	29.4	29.4	29.5	29.5	29.6	29.7	29.7	29.8	29.8	29.9	29.9		
32.0	30.5	30.6	30.7	30.7	30.8	30.8	30.9	30.9	31.0	31.1	31.1	31.2	31.2		
33.0	31.8	31.9	31.9	32.0	32.1	32.1	32.2	32.2	32.3	32.4	32.4	32.5	32.6		
34.0	33.1	33.2	33.2	33.3	33.4	33.4	33.5	33.5	33.6	33.7	33.7	33.8	33.9		
35.0	34.4	34.5	34.6	34.6	34.7	34.8	34.8	34.9	35.0	35.0	35.1	35.2	35.2		
36.0	35.7	35.8	35.9	36.0	36.0	36.1	36.2	36.2	36.3	36.4	36.4	36.5	36.6		
37.0	37.1	37.2	37.2	37.3	37.4	37.4	37.5	37.6	37.7	37.7	37.8	37.9	37.9		
38.0	38.4	38.5	38.6	38.7	38.7	38.8	38.9	38.9	39.0	39.1	39.2	39.2	39.3		

续表 N. 0.1—3

平均 回弹 值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)														
	超声声速 $v_a$ (km/s)														
	5.52	5.54	5.56	5.58	5.60	5.62	5.64	5.66	5.68	5.70	5.72	5.74	5.76		
39.0	39.8	39.9	39.9	40.0	40.1	40.2	40.2	40.3	40.4	40.5	40.6	40.6	40.7		
40.0	41.2	41.2	41.3	41.4	41.5	41.6	41.6	41.7	41.8	41.9	42.0	42.0	42.1		
41.0	42.5	42.6	42.7	42.8	42.9	43.0	43.0	43.1	43.2	43.3	43.4	43.4	43.5		
42.0	43.9	44.0	44.1	44.2	44.3	44.4	44.4	44.5	44.6	44.7	44.8	44.9	45.0		
43.0	45.3	45.4	45.5	45.6	45.7	45.8	45.9	46.0	46.0	46.1	46.2	46.3	46.4		
44.0	46.8	46.8	46.9	47.0	47.1	47.2	47.3	47.4	47.5	47.6	47.7	47.7	47.8		
45.0	48.2	48.3	48.4	48.5	48.6	48.7	48.8	48.9	49.0	49.1	49.2	49.3	49.3		
46.0	49.6	49.7	49.8	49.9	50.0	50.1	50.2	50.3	50.4	50.5	50.6	50.7	50.8		
47.0	51.1	51.2	51.3	51.4	51.5	51.6	51.7	51.8	51.9	52.0	52.1	52.2	52.3		
48.0	52.5	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7		
49.0	54.0	54.1	54.2	54.3	54.4	54.5	54.6	54.7	54.8	54.9	55.0	55.1	55.2		
50.0	55.5	55.6	55.7	55.8	55.9	56.0	56.1	56.2	56.3	56.4	56.6	56.7	56.8		
51.0	57.0	57.1	57.2	57.3	57.4	57.5	57.6	57.7	57.8	58.0	58.1	58.2	58.3		
52.0	58.5	58.6	58.7	58.8	58.9	59.0	59.1	59.3	59.4	59.5	59.6	59.7	59.8		
53.0	60.0	60.1	60.2	60.3	60.4	60.6	60.7	60.8	60.9	61.0	61.1	61.3	61.4		
54.0	61.5	61.6	61.7	61.9	62.0	62.1	62.2	62.3	62.4	62.6	62.7	62.8	62.9		
55.0	63.0	63.1	63.3	63.4	63.5	63.6	63.8	63.9	64.0	64.1	64.2	64.4	64.5		
56.0	64.6	64.7	64.8	64.9	65.1	65.2	65.3	65.4	65.6	65.7	65.8	65.9	66.1		
57.0	66.1	66.2	66.4	66.5	66.6	66.7	66.9	67.0	67.1	67.3	67.4	67.5	67.6		
58.0	67.7	67.8	67.9	68.1	68.2	68.3	68.5	68.6	68.7	68.8	69.0	69.1	69.2		
59.0	69.2	69.4	69.5	69.6	69.8	69.9	70.0	70.2	70.3	70.4	70.6	70.7	70.8		
60.0	70.8	70.9	71.1	71.2	71.4	71.5	71.6	71.8	71.9	72.0	72.2	72.3	72.4		
61.0	72.4	72.5	72.7	72.8	72.9	73.1	73.2	73.4	73.5	73.6	73.8	73.9	74.1		
62.0	74.0	74.1	74.3	74.4	74.6	74.7	74.8	85.0	75.1	75.3	75.4	75.6	75.7		



续表 N. 0. 1—3

平均回弹值 $R_m$	测区混凝土强度换算值 $f_{cu,i}$ (MPa)												
	超声声速 $v_a$ (km/s)												
	5.52	5.54	5.56	5.58	5.60	5.62	5.64	5.66	5.68	5.70	5.72	5.74	5.76
63.0	75.6	75.7	75.9	76.0	76.2	76.3	76.5	76.6	76.8	76.9	77.0	77.2	77.3
64.0	77.2	77.3	77.5	77.6	77.8	77.9	78.1	78.2	78.4	78.5	78.7	78.8	79.0
65.0	78.8	79.0	79.1	79.3	79.4	79.6	79.7	79.9	80.0	80.2	80.3	80.5	80.6
66.0	80.4	80.6	80.7	80.9	81.1	81.2	81.4	81.5	81.7	81.8	82.0	82.1	82.3
67.0	82.1	82.2	82.4	82.5	82.7	82.9	83.0	83.2	83.3	83.5	83.7	83.8	84.0
68.0	83.7	83.9	84.0	84.2	84.4	84.5	84.7	84.8	85.0	85.2	85.3	85.5	85.7
69.0	85.4	85.5	85.7	85.9	86.0	86.2	86.4	86.5	86.7	86.9	87.0	87.2	87.3
70.0	87.0	87.2	87.4	87.5	87.7	87.9	88.0	88.2	88.4	88.5	88.7	88.9	89.0
71.0	88.7	88.9	89.0	89.2	89.4	89.6	89.7	89.9	90.1	90.2	90.4	90.6	90.7
72.0	90.4	90.5	90.7	90.9	91.1	91.2	91.4	91.6	91.8	91.9	92.1	92.3	92.5
73.0	92.0	92.2	92.4	92.6	92.8	92.9	93.1	93.3	93.5	93.7	93.8	94.0	94.2
74.0	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5	94.6	94.8	95.0	95.2	95.4	95.6	95.7	95.9
75.0	95.4	95.6	95.8	96.0	96.2	96.4	96.5	96.7	96.9	97.1	97.3	97.5	97.7
76.0	97.1	97.3	97.5	97.7	97.9	98.1	98.3	98.5	98.7	98.8	99.0	99.2	99.4
77.0	98.9	99.0	99.2	99.4	99.6	99.8	100.0	100.2	100.4	100.6	100.8	101.0	101.2
78.0	100.6	100.8	101.0	101.2	101.4	101.6	101.8	101.9	102.1	102.3	102.5	102.7	109.0
79.0	102.3	102.5	102.7	102.9	103.1	103.3	103.5	103.7	103.9	104.1	104.3	104.5	104.7
80.0	104.0	104.2	104.4	104.7	104.9	105.1	105.3	105.5	105.7	105.9	106.1	106.3	106.5
81.0	105.8	106.0	106.2	106.4	106.6	106.8	107.0	107.2	107.4	107.6	107.8	108.0	108.2
82.0	107.5	107.7	108.0	108.2	108.4	108.6	108.8	109.0	109.2	109.4	109.6	109.8	—
83.0	109.3	109.5	109.7	109.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## 附录 P 拔出法测强曲线的制定方法

**P. 0. 1** 拔出试验装置应符合本规程的有关规定。

**P. 0. 2** 混凝土所用的原材料品质指标应符合现行国家或铁路行业标准的规定。

**P. 0. 3** 建立后装拔出法测强曲线所用的混凝土,不宜少于 8 个强度等级,每个强度等级混凝土成型立方体试件应不少于 6 组,每组由一个至少可布置 3 个测点的拔出试件和相应的 3 块立方体试件组成。

**P. 0. 4** 每组后装拔出试件和立方体试件,应采用相同混凝土拌合物,相同振动成型和养护方式。

**P. 0. 5** 拔出试验应按下列规定进行:

1 拔出试验的测点应布置在试件混凝土成型侧面。

2 在每个后装拔出试件上,应进行不少于 3 个测点的拔出试验,取平均值作为该试件的后装拔出力计算值 ( $F$ ),精确至 0.1 kN。

3 3 块立方体试件的抗压强度代表值,应按现行《铁路混凝土强度检验评定标准》TB 10425 确定。

**P. 0. 6** 测强曲线的计算应按下列步骤进行:

1 将每组拔出试件的拔出力计算值及立方体试件的抗压强度代表值进行汇总,然后按最小二乘法原理进行回归分析。

2 回归方程式可按下式计算:

$$f_{cu}^c = A \cdot F + B \quad (\text{P. 0. 6—1})$$

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

$F$ ——后装拔出力,精确至 0.1 kN;

$A, B$ ——后装拔出法测强曲线回归系数。

3 回归曲线的相对标准差( $e_r$ )可按下式计算:

$$e_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( \frac{f_{cu,i}^c}{f_{cu,i}} - 1 \right)^2} \times 100\% \quad (\text{P. 0. 6—2})$$

式中  $e_r$ ——回归曲线相对标准差;

$f_{cu,i}$ ——第  $i$  组立方体试件抗压强度代表值,精确至 0.1 MPa;

$f_{cu,i}^c$ ——第  $i$  个后装拔出试件的抗压强度换算值,精确至 0.1 MPa,其可由第  $i$  个后装拔出试件的后装拔出力  $F$  按式(P. 0. 6—1)计算获得;

$n$ ——建立后装拔出法测强曲线所用的试件总组数。

**P. 0. 7** 经上述计算,回归曲线相对标准差不大于 12% 时方允许使用。

**P. 0. 8** 拔出法测强曲线的使用,仅限于在建立该测强曲线时所试验的混凝土强度范围内不得外推。

## 附录 Q 同条件养护试件法养护温度记录表

施工单位

记录编号

工程名称

试件制作时间

结构部位

混凝土设计强度等级

序号	年月日	温度(°C)			日平均温度 (°C)	日平均温度逐日累 计值(°C·d)	记录人
		6时	14时	21时			
附注:							

复核人

共 页 第 页

## 附录 R 射钉法专用测强曲线的制定方法

**R.0.1** 为建立混凝土强度与测钉射入深度间的关系,采用与喷射混凝土基本相同配合比成型 30 组边长为 150 mm 立方体试件,每组 4 个,含测钉射入深度试验试件 1 个,抗压强度试件 3 个。试件强度应覆盖需检测构筑物混凝土强度的变化范围,试件采用与现场结构相同养护方式。

**R.0.2** 测试测钉射入深度时宜在混凝土试件的侧面布置 7 个测点,位置如图 R.0.2 所示。测试时将试件放置于坚硬平地上,使测试面向上。测试结束后检查 7 个射入深度的极差,当极差超过 1.6 mm 时,应计算 7 个射入深度值的平均值,剔除离平均值最大的那个测值;若剩余射入深度值仍不满足要求,再按上述方法进行剔除,直至所有射入深度值满足要求且不少于 5 个。如有效射入深度值少于 5 个,需进行补测。

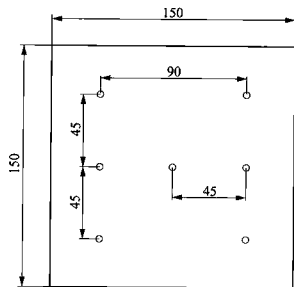


图 R.0.2 试件测点布置(单位:mm)

**R.0.3** 测试不同组试件的立方体抗压强度标准值。

**R.0.4** 根据 30 组射入深度值和抗压强度值,采用最小二乘法进行一元线性回归,得到抗压强度推定公式:

$$f_{cu,c} = a + bL_n \quad (\text{R.0.4})$$

式中  $f_{cu,c}$ ——混凝土抗压强度推定值,精确至 0.1 MPa;

$L_n$ ——测钉射入深度平均值,精确至 0.01 mm;

$a, b$ ——射钉法检测混凝土强度曲线回归系数。

**R.0.5** 计算回归方程式的强度平均相对误差和强度相对标准差,均应符合本规程第 9.1.2 条的规定。

**R.0.6** 建立的强度曲线仅限于建立曲线时使用的射钉检测装置。当受检混凝土与建立曲线混凝土在骨料品种、级配、强度及混凝土干湿状态等因素有表达差异时,应另建立条件相同的测强曲线。

## 附录 S 射钉法混凝土强度检测记录和报告

表 S.0.1 射钉法混凝土强度检测记录表

委托单位  
工程名称  
结构部位

记录编号  
委托编号  
检测日期

仪器名称		仪器型号		仪器编号		环境温度(℃)			
设计强度等级		龄 期		施工日期/时间		检测日期/时间			
测区位置	测区编号	测点射入深度 $L_s$ (mm)							测区换算强度 (MPa)
		1	2	3	4	5	6	7	
	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								

无专用测强曲线时,可参照下式计算;  
回归方程为

$$f_{m,s} = 27.48 - 2.51L_s$$

式中  $f_{m,s}$ ——喷射混凝土强度测定代表值(MPa);  
 $L_s$ ——测钉射入深度平均值(mm)。

检测

计算

复核

表 S.0.2 射钉法混凝土强度检测报告

委托单位  
工程名称  
结构部位

报告编号  
记录编号  
报告日期

设计强度等级	龄 期	施工日期/时间	检测日期/时间
测区位置	测区平均射入深度 $L_s$ (mm)	强度 (MPa)	备 注
检测评定依据:		检测结论:	

检测

复核

批准

单位(章)

## 本规程用词说明

执行本规程条文时,对于要求严格程度的用词说明如下,以便在执行中区别对待。

(1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

(2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

(3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

(4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

## 《铁路工程结构混凝土强度检测规程》 条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行过程中应注意的事项等予以说明,不具备与规程正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。为了减少篇幅,只列条文号,未抄录原条文。

**1.0.2** 铁路工程结构混凝土包括桥梁的梁体、墩身、承台,涵洞,隧道的初支、衬砌、仰拱、底板等,路基支挡结构及附属,无砟轨道混凝土道床板、底座板等。桥梁基桩混凝土抗压强度检测执行《铁路工程基桩检测技术规程》TB 10218。

**4.1.1** 钻芯法对结构有一定的破坏,考虑到结构的安全,规定对预应力混凝土结构需经设计单位允许方可钻取芯样。

**4.1.2** 当对其他非破损检测法的检测结果存在疑义时,可以利用钻芯法对其进行验证。

**4.1.3** 钻芯法属局部破损检测法,在选择钻芯位置时要尽量选择结构或构件受力较小的部位钻芯取样,尤其对于正在工作中的结构或构件更要特别注意,避免对结构或构件安全工作造成影响。由于受施工、养护或位置的影响,混凝土结构各部分的强度并不均匀一致,因此在选择钻芯位置时需考虑相关因素,确保取芯位置既有代表性又不对结构造成过大损伤。在钻芯过程中如果碰到钢筋、预埋件或管线,不仅容易损坏钻头,甚至取出的芯样不符合要求,还给修复工作带来困难。因此在取芯前,需根据结构图并借助钢筋保护层厚度测定仪等查明这些物体的位置。为了避免破坏隧

道防水设施,隧道二衬混凝土的钻孔深度可以按设计厚度减去 50 mm 考虑。

**4.1.4** 我国现行钻芯法技术规程中规定直径 100 mm 且高径比 ( $H/d$ ) 为 1 的芯样试件为标准芯样。不同尺寸芯样对比试验研究结果表明,在抗压试验中,使用直径为 100 mm 的标准芯样试件样本的标准差相对较小,使用小直径芯样试件可能会造成样本的标准差增大,因此宜使用直径为 100 mm 的标准芯样试件确定混凝土抗压强度值。相关试验结果表明,直径为 70 mm ~ 75 mm 的芯样试件抗压强度值的平均值与 100 mm 的标准芯样试件确定混凝土抗压强度值的平均值基本相当。因此允许有条件地使用小直径芯样试件。

**4.1.5** 本条提出批量检测时标准芯样试件的最小样本容量,与《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384—2016 的第 6.3.1 条“直径 100 mm 的芯样试件的最小样本量不宜少于 15 个,小直径芯样试件的最小样本量不宜少于 20 个”规定基本一致。

**4.1.6** 单个构件或局部的混凝土强度检测取芯位置要尽量分散,以减少对结构或构件工作性能的影响。

**4.1.7** 芯样试件中存在钢筋会对试验结果产生一定的影响,芯样中需尽量避免含有钢筋。由于在取芯过程中很难完全避免,所以对芯样中钢筋的直径、数量及方位提出了一些限制要求。

**4.1.8** 为保证结构或构件及时恢复正常受力分布状态,钻取芯样后需根据工程实际需要,对构件的孔洞及时进行修补。

**4.2.1** 为了保证芯样质量,除采用符合要求的钻芯机外,还需要采用金刚石钻头或人造金刚石薄壁钻头进行取样。若钻头胎体有裂纹、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形或径向跳动过大,不仅降低钻头寿命,而且会影响钻芯质量。

**4.3.4** 提钻卸取芯样时,需要采取措施确保芯样完整,如使用专用自由钳拧卸钻头和扩孔器。不能敲打卸样,敲打可能会导致芯样受损。

**4.3.5** 将芯样取出并稍微晾干后,需要标上芯样的编号,并记录取芯构件名称、取芯位置、芯样长度及外观质量等,必要时拍摄照片。如发现不符合制作芯样条件,需另行钻取。芯样在搬运之前可以采用编织袋或土工布等软质材料仔细包装,以免碰坏。取芯现场的全部记录要与芯样抗压强度记录一起存档。

**4.3.7** 大量试验结果表明,芯样试件两端面平行度对抗压强度影响显著,双端面磨平机加工试件能提高两端面平行度,宜优先采用双端面磨平机进行芯样加工。若采用其他方式磨平,需要经验丰富的专业人员认真细致地加工,以满足要求。由于端面经过修补处理的芯样试件很难保证其试验结果不受影响,一般情况下需要采用直接磨平的原芯样试件,当遇到特殊情况无法获得足够的两个端面均很完整的芯样试件时,方可进行适当修补。经修补处理后的芯样试件端面平整度和尺寸偏差符合要求。

**4.3.8** 钻芯过程中,由于受到钻机振动、钻头偏摆等因素影响,芯样的直径在各个方向并不十分均匀,因此需用平均直径表示。对于直径为 100 mm 的芯样,当直径测量精度为 0.5 mm 时,其截面积的误差为 0.89%。为了使截面积误差限制在 1% 以内,规定平均直径精度为 0.5 mm。由于芯样长度对抗压强度的影响与截面积相比要小,因此精度放宽到 1 mm。芯样端面与轴线的垂直度可用游标万能量角器进行测量。测量时将游标万能量角器的两只脚分别紧贴于芯样侧面和端面,测出其最大偏差,测完一个端面再测另一个端面。在测定平整度时,将钢板尺立起横放在芯样端面上,然后慢慢旋转 360°,用塞尺测量其最大缝隙。

**4.3.9** 将芯样端面平整度的允许偏差修改为与《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 中的“试件承压面的平整度公差不得超过 0.0005d”的规定一致,芯样试件端面与轴线垂直度的允许偏差修改为  $\pm 1^\circ$ ,其目的是减小测试偏差和样本的标准差。不经二次加工磨平的锯切芯样平整度一般会超差,其抗压强度比端面经过磨平机精细磨平加工后芯样试件的抗压强度一般要低

10%~30%,当芯样试件端面平整度相差较大时,其抗压强度结果会降低得更多,没有代表性。因此,芯样试件尺寸偏差及外观质量不符合规定时,该芯样试件抗压强度测试数据无效。

**4.4.1** 芯样试件抗压状态需要根据构件所处环境的含水程度而决定。

当结构或构件所处环境比较干燥时,由于芯样在钻取、锯切或端面补平后的养护过程中都是比较潮湿的,需要自然干燥一段时间后才能进行抗压试验。在我国,一般实验室很难做到恒温恒湿,因此为了取得一个统一的相对干燥的标准,规定芯样试件在室内自然干燥3d后进行抗压强度试验。当所处环境比较潮湿时,芯样试件应在水中浸泡一定时间后才能进行抗压强度试验。关于芯样试件浸泡水的温度,实际上除非水温过高或过低会对混凝土强度产生影响外,一般影响很小,可以将水温范围适当放宽,因此规定水温为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。关于芯样试件在水中浸泡时间的规定,主要是为了使芯样试件中的含水量达到饱和。

**4.4.3** 根据中国建筑科学研究院等单位的试验研究结果,100mm标准芯样试件和公称直径为70mm~75mm、高径比为1:1的芯样试件抗压强度与同条件养护同龄期150mm立方体试块的抗压强度基本相当。因此芯样试件强度计算公式均可采用本条文公式(4.4.3)。原规程强度换算公式中有个高径比换算系数 $\beta$ ,由于近几年芯样加工水平的大幅提高,已完全能满足高径比1:1的要求,故将 $\beta$ 系数取消。

**4.5.1** 本条对钻芯法确定单个构件或单个构件局部区域的混凝土强度推定值方法进行了规定。综合考虑检测结果的可靠性和普通构件或结构整体共同受力的实际情况,参照《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2015附录D.0.7采用平均值和最小值双控的要求,提出了分别适用于不同情况的两种确定混凝土强度推定值方法。该推定方法主要基于芯样试件混凝土抗压强度最小值等于或大于设计混凝土抗压强度标准值的85%,且所取芯样

的抗压强度平均值不小于设计混凝土抗压强度标准值时,其混凝土构件不会有结构强度安全风险。采用该推定方法确定的混凝土强度推定值等于或大于设计混凝土抗压强度标准值评定为合格的混凝土结构或构件,实际上就是采用平均值和最小值双控。按该推定方法得出的检测结果评定为合格的混凝土结构或构件,其芯样的抗压强度平均值比《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2015要求的不小于设计要求混凝土强度等级的88%高了12%,抗压强度最小值比《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2015要求的不小于设计要求混凝土强度等级的80%高了5%;按该推定方法得出的检测结果评定为不合格的混凝土构件,其芯样的抗压强度最小值的限值也同样比《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2015要求的高5%。该推定方法体现了行业标准高于国家标准的原则,这既能减少错判给国家财产造成不必要的损失,同时又可为铁路工程结构混凝土安全提供有力保障。

**4.5.2** 本条对批量检测混凝土强度推定值的确定进行了规定:

(1) 批量检测混凝土强度推定区间的确定方法。由于抽样检测必然存在着抽样不确定性,给出确定的推定值必然与批量检测混凝土强度值的真值存在偏差,因此给出一个推定区间更为合理。推定区间是对批量检测混凝土相应强度真值的估计区间,计算上限值、下限值、平均值和标准差时均需要采用单个芯样试件混凝土强度值。按此规定给出的推定区间符合现行《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的相关规定,错判概率小于0.05,漏判概率小于0.10。

(2) 对推定区间进行控制,包括推定区间的置信度、上限值与下限值之差值 $\Delta K$ , $\Delta K = (k_2 - k_1) S_{f_{\text{推}}}$ 。减小样本的标准差,合理确定芯样试件的数量是满足推定区间要求的两个因素。

(3) 以批量检测混凝土强度推定区间的上限值作为混凝土工程施工质量的评定界限,符合现行《建筑工程施工质量验收统一标

准)GB 50300 关于错判概率不大于 0.05 的规定,芯样试件抗压强度值一般不会高出结构混凝土的实际强度,而是略低于实际强度。

**4.5.3 异常数据的舍弃**按一定的规则,本条提供了异常数据的舍弃标准。经大量试验研究的结果表明:芯样试件抗压强度样本的标准差一般大于立方体试块的标准差,小直径芯样试件抗压强度样本的标准差更大。因此,允许根据实际情况适当调整芯样试件抗压强度样本的标准差。但是,调整要有试验依据,而且要事先将调整方法告知委托方。

**5.1.1 回弹法**是通过回弹仪检测混凝土表面的硬度来推算混凝土强度的方法,因此测试的结构或构件混凝土表面质量不允许存在明显缺陷,对检测结果有争议或怀疑时,可用钻芯法进行验证。当发现混凝土表面经受物理或化学作用产生损伤,有明显缺陷、遭受冻害、化学侵蚀、火灾和高温损伤时,不允许采用回弹法。

**5.1.2 经大量试验结果表明**,对比了不同标称动能回弹仪对不同强度等级混凝土强度的检测结果,试验结果表明:选用标称能量为 2.207 J 的回弹仪测试 50 MPa 以下的混凝土强度较为理想,与实体芯样强度接近,而测试 50 MPa 及以上混凝土的强度较实体芯样强度偏低 25% 以上;选用标称能量为 4.5 J 或 5.5 J 的回弹仪测试 50 MPa 及以上混凝土的强度较实体芯样强度偏差在 10% 以内,同时参照了《高强混凝土强度检测技术规程》JGJ/T 294—2013 中的相关规定。为提高回弹检测的准确性和可靠性,本规程规定 50 MPa 以下混凝土宜选用标称能量为 2.207 J 的回弹仪,50 MPa 及以上宜选用标称能量为 4.5 J 或 5.5 J 的回弹仪。

**5.1.3 批量检测**应遵守“随机取样”原则,按批量检测的结构或构件,需符合强度等级相同、原材料、配合比、成型工艺和养护条件基本一致且龄期相近的规定。本规定龄期相近是指结构或构件养护龄期已达到要求规定养护龄期,且最大龄期与最小龄期之间一般不宜超过要求规定的养护龄期。

**5.1.5 检测的结构或构件的测区**,应标明清晰的编号,并将测区

的位置、特点和外观质量在记录中描述,以便判断回弹值结果时参考。

**5.2.1 目前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仪的数字化采样的。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采样值是否与指针示值相同,可以及时发现仪器采样系统的故障。

**5.2.2 回弹仪**宜在  $-4^{\circ}\text{C}$  ~  $40^{\circ}\text{C}$  的环境温度中检测,否则会影响其性能。

**5.2.3.5.2.4** 此两条是为防止回弹仪在使用过程中出现非标准状态而做出的规定,并对率定试验的环境、温度、方法和取值作出规定。

**5.2.5 ~ 5.2.7** 对回弹仪常规保养的条件、步骤、方法及使用完毕后的维护存放作出了具体规定。

**5.3.1** 本条规定了检测过程中回弹仪的纵轴线需要与混凝土的检测面垂直,并缓慢施压、快速复位,以保证读数准确。对于薄壁和小型构件,回弹时易发生颤动,造成能量损失,致使检测结果偏低,因此在检测前应以有效支撑加以固定。

**5.3.2** 本条规定每个测区测点数量、位置和距外露钢筋与预埋件的最小距离。规定同一测点只能弹击一次,以防重复弹击造成回弹值偏高。

**5.3.3.5.3.4** 本规程附录 E、F 中的强度换算值是由平均回弹值和平均碳化深度确定,因此,对每个测区碳化深度的测试数量、方法和取值作出规定。对酚酞酒精溶液浓度和碳化深度测试精度的规定引用现行《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23—2011 第 4.3.2 条“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……测量 3 次,每次读数应精确至 0.25 mm;取三次测量的平均值作为检测结果,并应精确至 0.5 mm”的规定。

**5.3.5** 每个测区 16 个测点的回弹值有一定离散性,因此规定测区平均回弹值应剔除 3 个最大值和 3 个最小值,取剩余 10 个回弹



值的平均值。

**5.3.6~5.3.8** 当结构或构件不能满足水平状态检测混凝土浇筑侧面的规定时,应按本规程附录 C 中表 C.0.1 和表 C.0.2 对回弹值进行修正。

**5.4.1.5.4.2** 我国地域辽阔,铁路工程遍布各省区,施工环境变化较大,采用回弹法推算混凝土强度时,可采用统一测强曲线。为了提高精度,需因地制宜,结合地区和单位的条件及施工水平,制定和采用专用测强曲线和地区测强曲线,并对测强曲线的强度误差值作出规定。当采用地区和专用测强曲线时,需要与该曲线制定时的测试条件一致,并经常抽取一定数量同条件试件校核,当发现出现较大差异时,需及时查找原因,并停止使用。

**5.4.3** 本条规定了可使用本规程附录 E 至附录 G 进行强度换算的情况。目前,铁路建设工程中大量使用引气剂来提高混凝土耐久性,特别是抗冻性。根据相关试验结果,混凝土入模含气量在 5.0% 及以下时,可利用回弹法获得较为准确的强度值,故本条规定混凝土入模含气量不大于 5.0%。

**5.4.4** 本条规定了不能按本规程附录 E 至附录 G 进行测区混凝土强度换算的 4 种条件,如采用特种工艺成型的混凝土(加压振动或离心成型工艺)超出了该测强曲线范围。因此,当具有该 4 种条件之一时,可按本规程附录 D 制定专用测强曲线或通过试验修正。

**5.4.8** 按单个结构或构件检测时,因样本太少,取最小值;批量检测结构或构件时,则按常规公式计算。

**5.4.9** 当测区间间的标准差过大时,说明已出现某些偶然因素,不属于同一母体,因此不能按批进行推定。

**6.1.2** 由于专用及地区测强曲线准确性比较高,因此,检测结构或构件的混凝土强度时,可以优先采用。

**6.2.2** 混凝土强度检测主要利用超声波传播速度,获得可靠的声速值是靠准确测量声时和声传播路程。因此为了准确测量声时,超声仪需要具有稳定、清晰的波形显示系统。声时最小分度是声

时测量精度的决定因素,超声检测仪需满足这个要求。由于不同首波高度下测量的声时值存在一定差异,在声时测量中,宜采用衰减器先将首波调至一定高度后再进行测读。超声波检测仪需要具有最小分度为 1 dB 的衰减器;仪器接收放大器的频响范围需要与混凝土超声检测中所采用的换能器的频率相适应。检测混凝土所采用的换能器一般为 20 kHz~250 kHz,所以接收放大器在此频响范围内可以满足电气性能要求。对仪器不能单纯追求接收放大器的增益,应同时考虑其噪声水平,采用信噪比达到 3:1 时的接收灵敏度较为适当,可以直观地反映出仪器的真实测试灵敏度。仪器对电源电压有一个适应范围,当电压在此范围内波动时,仪器的技术指标仍能满足规定的要求。

**6.2.3** 规定了超声仪和换能器维护保养和存放要求。只有正确操作和维护保养仪器,测试仪器才能处于正常状态,检测数据才正确可靠。

**6.3.4** 测试时需要保证换能器与混凝土耦合良好,必要时可以对混凝土表面进行特殊处理。声时测量后按照测距计算出声速,要求在声时读数时,重复测试误差不超过  $\pm 1\%$ ,超声测距测试误差不得超过  $\pm 1\%$ ,只有按此要求才能保证声速的误差不超过  $\pm 2\%$ 。声时测读保留小数点后一位,声速测读保留小数点后两位数字。为准确测量超声声时,构件检测时,需在构件相对面布置测区,测区尺寸位置应准确,超声测试时才能保证收、发换能器轴线在同一轴线上。

**6.3.7** 由于顶面强度低,底面强度高,因此,规定对不同浇筑面所测的声速值需要进行修正。

**6.4.2** 在结构或构件测区所取得的回弹值和超声声速值修正后,优先采用专用或地区测强曲线确定混凝土强度值。如无该类曲线,经本规程附录 M 验证后可按本规程附录 N 或按本规程式(6.4.3—1)至式(6.4.3—3)计算确定。

**6.4.5** 各测区间间的标准差过大,则说明已有某些偶然因素在起作

用,这些测区不能认为是属于同一母体,不能按批进行推定。本规程规定了按批检测时的离散性界限,超过此界限则应逐个检测,以找出确切的问题部位和原因。

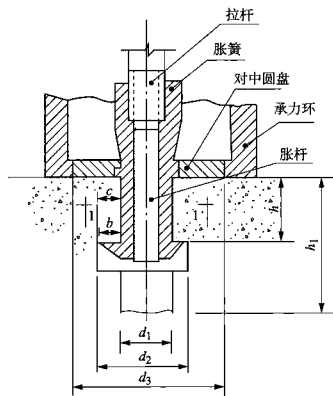
**7.1.1** 本条对拔出法的适用范围作出了明确规定。要求被检测结构表层与内部质量一致,目的是为了使检测结果能准确反映结构实体的实际质量情况。

**7.1.3** 本条对后装拔出法混凝土强度的适用范围作了具体规定。

**7.2.2** 本条对拉拔仪的性能及技术指标作了具体要求。拔出装置可分为圆环式(说明图 7.2.2—1、说明图 7.2.2—2)和三点式(说明图 7.2.2—3)。

(1) 圆环式后装拔出装置技术指标应符合下列规定:

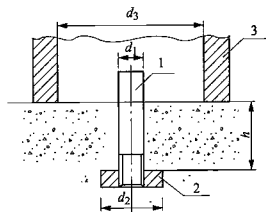
- ① 钻孔直径  $d_1$  宜为 18 mm;
- ② 反力支承内径  $d_3$  宜为 55 mm;
- ③ 锚固深度  $h$  宜为 25 mm。



说明图 7.2.2—1 圆环式后装拔出装置示意图

(2) 圆环式预埋拔出仪技术指标应符合下列规定:

- ① 反力支承内径  $d_3$  宜为 55 mm;
- ② 拉杆直径  $d_1$  宜为 10 mm;
- ③ 锚盘直径  $d_2$  宜为 25 mm;
- ④ 锚固件的锚固深度  $h$  宜为 25 mm。



说明图 7.2.2—2 圆环式预埋拔出法检测装置

1—拉杆;2—锚盘;3—反力支承

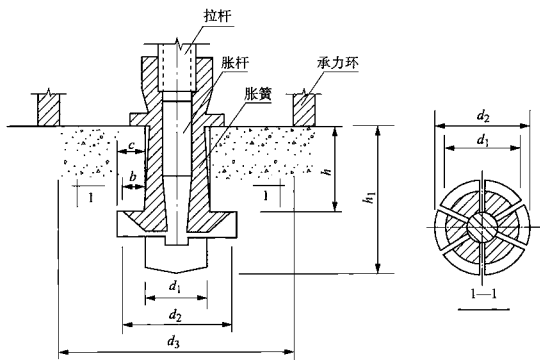
(3) 三点式后装拔出装置技术指标和使用范围应符合下列规定:

- ① 钻孔直径  $d_1$  宜为 22 mm;
- ② 反力支承内径  $d_3$  宜为 120 mm;
- ③ 锚固件锚固深度  $h$  宜为 35 mm。

**7.2.3** 为保证量测精度,本规程规定了拔出仪应每年至少校准一次。由于油缸和活塞之间存在摩擦力,而且摩擦力的大小随着仪器使用次数、油的黏度及更换零件等因素会有变化,更换油、零件及维修都会影响拔出力的量测精度。

**7.3.1** 钻孔垂直度偏差直接影响测试精度,因此本条对垂直度偏差提出了限值。磨槽时将磨槽机的定位圆盘紧靠混凝土表面回转,目的是以保证以混凝土表面为基准面的锚固深度在同一平面内。

**7.3.2** 试验经验表明,锚固深度和磨槽质量对检测结果影响较



说明图 7.2.2—3 三点式拔出装置示意图

大,故对成孔尺寸进行要求。

**7.4.5** 为了避免预埋件螺纹锈蚀,无法进行试验,应在混凝土拆模后,预先将定位杆旋松。

**7.4.6** 加荷速度过快会导致测试结果偏高,而加荷速度过慢会导致测试结果偏低,因此应按规定的加荷速度进行操作。

**7.5.3** 当单个构件 3 个拔出力中最大或最小拔出力与中间值之差小于中间值的 15% 时,说明构件混凝土强度的均匀性较好,且测试误差较小,不必加测。为提高保证率,将最小值作为该构件拔出力计算值。当单个构件 3 个拔出力中最大或最小拔出力与中间值之差大于中间值的 15% 时,说明构件混凝土强度的均匀性较差或测试误差较大。为证实最小拔出力的真实性,消除试验误差,因此在最小拔出力测点附近加测 2 个测点,此时拔出力计算值的取值方法仍然是本着提高保证率的原则确定的。

**7.5.7** 按批抽样检测的构件,当其全部测点混凝土强度换算值的

标准差  $S$  或变异系数  $\delta$  过大时,全部测点不能视为同一批构件,因此不能按同批构件进行推定。

**8.1.1** 桥梁的梁体、墩台身,隧道的仰拱、衬砌及底板等都属于重要部位需要制作同条件养护试件。

**8.2.1** 同条件养护试件的取样宜均匀分布于工程施工周期内,同一强度等级的同条件养护试件,其留置的组数应根据混凝土工程量和重要性确定,一般情况下不宜少于 5 组,对于一次性浇筑量较小的混凝土结构或构件可适当减少留置的组数,但不宜少于 2 组。

**8.3.1** 同条件养护试件的等效养护龄期需要根据同条件养护试件强度与在标准养护条件下 28 d、56 d 龄期试件强度相等的原则确定。

**8.3.2** 同条件养护试件的日平均温度逐日累计达到  $600\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 、 $1200\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$  前后,其强度发展趋于稳定,考虑现场实际操作,可按日平均温度逐日累计达到  $(580\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}\sim 620\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d})$ 、 $1800\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}\sim 1220\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$  时所对应的龄期进行试验。等效养护龄期不应小于 14 d,原标准规定了养护龄期的上限不大于 60 d 和 120 d,这对于寒冷地区是不合理的,故取消养护龄期上限的限制,按达到养护等效龄期温度  $600\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 、 $1200\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$  来控制。

**8.3.3** 冬期施工、蒸汽养护及大体积混凝土结构或构件,其同条件养护试件的等效养护龄期,可取结构或构件实际养护温度,也可根据结构或构件的实际养护条件,按本规程第 8.3.1 条的原则确定。

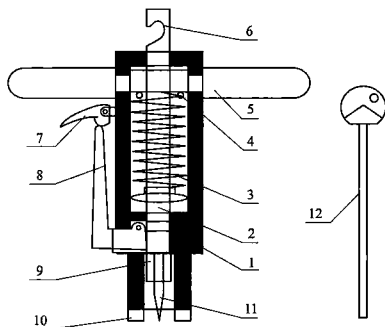
**8.4.2** 参照现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2015,同条件养护试件的强度代表值除以 0.88 系数,更科学更合理。

**9.1.2** 研究表明,喷射混凝土结构强度离散性比普通混凝土要大,因此采用射钉法检测喷射混凝土 24 h 强度时需要建立专用测强曲线。

**9.1.3、9.1.4** 规定了射钉法检测喷射混凝土强度检测点和测区

布置等要求。

9.2.1 射钉仪由主机、加力杆、深度测量尺、测钉座螺母旋紧扳手、测钉量规及附件等组成(说明图9.2.1)。



说明图9.2.1 射钉法混凝土强度检测仪结构图

1—主机;2—射钉杆;3—工作弹簧;4—调整螺母;5—把手;6—加力槽;  
7—扳机;8—挂钩;9—测钉座;10—扁头;11—测钉;12—加力杆

9.2.3 使用射钉法进行混凝土强度检测时,除本条所列注意事项外,使用者应佩戴护目镜和其他合适的防护设备,注意避免非预期和意外的测钉发射。

9.3.4 隧道喷射混凝土施工较为复杂,地质条件差异,钢筋及预埋件较多,而且混凝土靠空气压力喷射到岩面上,难免产生孔洞或蜂窝现象,混凝土达不到理想的密实程度,导致检测数据离散性较大,因此,规定了测钉射入到钢筋或预埋件上、骨料、蜂窝或孔隙内时得到的异常值舍弃。

9.3.5 由于喷射混凝土早期强度增长特别快,正常情况下1d强度能达到设计强度的40%以上,因此,本条要求测试时间在规定时间内的1h内完成。

9.4.2 根据现场试验成果,射钉仪使用说明书推荐公式计算的结构混凝土强度值明显高于同条件养护标准试件抗压强度值,最大差值为3.8 MPa,偏差为标准试件强度值的27.9%。同时射钉法的测试受混凝土原材料、配合比和作业方式等影响,检测结果偏差较大,故在现场测试前,需要建立专用测强曲线。如现场检测不具备建立专用测强曲线条件,建议采用测钉直径为3.10 mm,测钉长度为35.0 mm,测钉钉尖长度为5.0 mm射钉仪进行检测,其混凝土强度检测值可按下列公式计算:

$$f_{cu}^e = 27.48 - 2.51L_a \quad (\text{说明 } 9.4.2)$$

式中  $f_{cu}^e$ ——射钉法混凝土强度换算值(MPa);  
 $L_a$ ——测区测钉射入深度平均值(mm)。