

UDC

中华人民共和国行业标准

**TB**

**TB 10426—2004**  
**J 342—2004**

P

---

# 铁路工程结构混凝土强度检测规程

Inspection specification for structure concrete  
strength of railway engineering

2004-03-09 发布

2004-04-01 实施

---

中华人民共和国铁道部 发布

## 关于发布《铁路工程土工试验规程》等 5 项 铁路工程建设标准的通知

铁建设函〔2004〕121 号

《铁路工程土工试验规程》(TB 10102—2004)、《铁路工程水文地质勘察规程》(TB 10049—2004)、《铁路工程物理勘探规程》(TB 10013—2004)、《铁路隧道衬砌质量无损检测规程》(TB 10223—2004) 及《铁路工程结构混凝土强度检测规程》(TB 10426—2004) 等 5 项铁路工程建设标准, 经审查现予发布, 自 2004 年 4 月 1 日起施行。原《铁路工程土工试验方法》(TBJ 102—87, 含 1996 年局部修订版)、《填土密度湿度核子仪测试规程》(TB/T 10217—96)、《铁路供水水文地质勘测规则》(TBJ 15—96)、《铁路工程水文地质勘测规范》(TB 10049—96)、《铁路工程物理勘探规程》(TB 10013—98) 同时废止。

以上标准由铁道部建设管理司负责解释, 由中国铁道出版社和铁路工程技术标准所组织出版发行。

中华人民共和国铁道部  
二〇〇四年三月九日

中华人民共和国行业标准  
铁路工程结构混凝土强度检测规程  
TB 10426—2004  
J 342—2004

\*

中国铁道出版社出版发行  
(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)  
北京兴顺印刷厂印

开本: 850 mm×1168 mm 1/32 印张: 3.125 字数: 79 千字  
2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷  
印数: 1~10 000 册

统一书号: 15113·1990 定价: 13.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

联系电话: 路 (021) 73169, 市 (010) 63545969

## 前 言

本规程是根据铁道部《关于印发 2003 年铁路工程建设规范、定额、标准设计编制计划的通知》(铁建设函〔2003〕41 号)的要求编制而成的。

本规程在编制过程中,广泛吸收了路内外结构混凝土强度检测的成熟经验,并结合铁路工程的特点提出了铁路混凝土无损检测的五种检测方法,与《铁路混凝土强度检验评定标准》(TB10425—94)和《铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准》(TB10424—2003)配套使用。

本规程共分 8 章和 17 个附录。其主要内容包括:总则、术语和符号、基本规定、钻芯法、回弹法、超声回弹综合法、后装拔出法、同条件养护试件法等。

本规程以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

在执行本规程过程中,希望各单位结合工程实践,认真总结经验,积累资料。如发现需要修改和补充之处,请及时将意见及有关资料寄交中铁三局集团有限公司(山西省太原市迎泽大街 269 号,邮政编码:030001),并抄送铁路工程技术标准所(北京市羊坊店路甲 8 号,邮政编码:100038),供今后修订时参考。

本规程由铁道部建设管理司负责解释。

本规程主编单位:中铁三局集团有限公司。

本规程参编单位:铁路工程技术标准所。

本规程主要起草人:吴仁友、薛吉岗、张良春、刘志江、白民毅、唐南生。

# 目 次

1 总 则 .....	1
2 术语和符号 .....	2
2.1 术 语 .....	2
2.2 符 号 .....	2
3 基本规定 .....	4
4 钻 芯 法 .....	5
4.1 一般规定 .....	5
4.2 主要仪器设备 .....	6
4.3 芯样钻取及加工 .....	6
4.4 芯样强度试验 .....	8
4.5 混凝土强度换算及推定 .....	8
5 回 弹 法 .....	10
5.1 一般规定 .....	10
5.2 回 弹 仪 .....	11
5.3 回弹试验 .....	12
5.4 混凝土强度换算及推定 .....	13
6 超声回弹综合法 .....	17
6.1 一般规定 .....	17
6.2 主要仪器设备 .....	17
6.3 超声回弹试验 .....	19
6.4 混凝土强度换算及推定 .....	21
7 后装拔出法 .....	24
7.1 一般规定 .....	24
7.2 后装拔出试验装置 .....	25
7.3 后装拔出试验 .....	27

7.4	混凝土抗压强度换算及推定	29
8	同条件养护试件法	31
8.1	一般规定	31
8.2	同条件养护试件的留置和养护	31
8.3	等效养护龄期	31
8.4	混凝土强度折算和评定	32
附录 A	钻芯法检测现场操作记录	33
附录 B	钻芯法芯样端面补平方法	34
附录 C	芯样抗压强度试验记录和 钻芯法试验报告	36
附录 D	回弹法非水平状态检测时回弹值 的修正值	38
附录 E	回弹法不同浇筑面上回弹值的修正值	40
附录 F	回弹法专用测强曲线的制定方法	41
附录 G	回弹法测区混凝土强度换算表	43
附录 H	回弹法检测泵送混凝土时测区混凝土强度 换算值的修正值	52
附录 J	回弹法检测记录和检测报告	53
附录 K	超声回弹综合法测定混凝土强度曲线 的验证方法	56
附录 L	超声回弹综合法测区混凝土强度换算表	57
附录 M	超声回弹综合法测试记录	66
附录 N	用超声仪在空气中实测声速的检验方法	67
附录 P	超声回弹综合法建立专用或地区混凝土 强度曲线的基本规定	68
附录 Q	超声回弹综合法检测报告	71
附录 R	建立后装拔出法测强曲线的基本规定	72
附录 S	同条件养护试件法养护温度记录	74
	本规程用词说明	75
	《铁路工程结构混凝土强度检测规程》条文说明	76

## 1 总 则

**1.0.1** 为统一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，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于铁路工程结构混凝土抗压强度的检测。

**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及人员应具备相应的资质、资格。

**1.0.5** 结构混凝土强度检测除应符合本规程外，尚应符合国家现行的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 structure concrete compressive strength

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抗压强度值。

#### 2.1.2 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。

#### 2.1.3 测点 test point

测区内的一个检测点。

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

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 混凝土立方体试块的抗压强度值。

#### 2.1.5 混凝土强度推定值 putative value of concrete compressive strength

相应于混凝土强度换算值总体分布中保证率不低于 95% 的强度值。

#### 2.1.6 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。

### 2.2 符 号

$d_i$ ——第  $i$  次测量的碳化深度值

$F$ ——后装拔出力或芯样试件的最大压力

$f_{cu}^c$ ——混凝土抗压强度换算值

$f_{cu,e}$ ——混凝土抗压强度推定值

$l$ ——超声测距

$m f_{cu}^c$ ——混凝土强度换算值的平均值

$R_i$ ——第  $i$  个测点的回弹值

$S_{f_{cu}^c}$ ——混凝土强度换算值的标准差

$t$ ——测区中各点声时值

$v$ ——测区声速值

$\beta$ ——不同高径比混凝土芯样试件强度换算系数或超声测试面修正系数

$\eta$ ——修正系数

### 3 基本规定

3.0.1 结构混凝土强度检测前应具备下列资料：

- 1 结构类型、尺寸及所处部位；
- 2 设计要求的混凝土强度等级；
- 3 粗骨料品种、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、校验。

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。在实体结构上检测时应避开主筋、预埋件和管线，并尽量避免其他钢筋。

3.0.4 用钻芯法与其他非破损方法综合测定混凝土强度时，钻芯部位应在该方法的测区内或测区附近。

3.0.5 因检测混凝土强度而破损的结构部位，在检测工作结束后应按规定及时进行修补。

### 4 钻芯法

#### 4.1 一般规定

4.1.1 钻芯法适用于除预应力混凝土结构外的结构混凝土强度检测。

4.1.2 钻芯法芯样试件钻取部位应考虑下列因素：

- 1 受力较小的部位；
- 2 混凝土质量有代表性的部位；
- 3 钻孔中心距结构或构件边缘不宜小于 150mm；
- 4 便于钻芯机安放与操作的部位；
- 5 避开主筋、预埋件和管线的位置，并尽量避免其他钢筋。

4.1.3 每个构件的芯样数量不应少于 3 个。对基桩取芯时应符合下列规定：

1 桩径小于 1.2m 时钻 1 孔，桩径为 1.2~2.0m 时钻 2 孔，桩径大于 2.0m 时钻 3 孔；

2 桩长小于或等于 30m 时，每孔取 3 组（每组 3 个）；桩长大于 30m 时，每孔取 4 组。

4.1.4 芯样试件直径应为 100mm 或 150mm，且不宜小于骨料最大粒径的 3 倍。

4.1.5 芯样试件的高度与直径之比应为 1~2。

4.1.6 芯样试件内不应含有钢筋。当不能满足时，每个试件内最多只允许含 2 根直径小于 10mm 的钢筋，且钢筋应与芯样轴线垂直。

4.1.7 钻取芯样后的结构或构件应及时对孔洞进行修补。修补材料可选用树脂类或微膨胀水泥类细骨料混凝土。当采用微膨胀水泥类细骨料混凝土修补时，应比原设计混凝土强度提高一个等级。

## 4.2 主要仪器设备

4.2.1 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。

4.2.2 钻取基桩芯样应采用液压操纵的钻芯机。钻芯机应配备单动双管钻具以及相应的孔口管、扩孔器、卡簧和扶正稳定器。钻杆应顺直, 直径宜为 50 mm。钻芯机设备参数应符合下列规定:

- 1 额定最高转速不低于 790 r/min;
- 2 转速调节范围不少于 4 挡;
- 3 额定配用压力不低于 1.5 MPa。

4.2.3 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。钻头胎体对钢体的同心度偏差不得大于 0.3 mm, 钻头的径向跳动不得大于 1.5 mm。

4.2.4 锯切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。

4.2.5 芯样补平装置(或磨平机)应保证芯样的端面平整和端面与芯样轴线垂直。

4.2.6 探测钢筋位置的磁感仪, 应适于现场操作, 最大探测深度不应小于 60 mm, 探测位置的允许偏差宜为  $\pm 5$  mm。

4.2.7 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修保养。

## 4.3 芯样钻取及加工

4.3.1 钻芯机必须安放平稳, 固定牢靠。固定方法可根据钻芯机的构造和施工现场的具体情况确定。

4.3.2 钻芯机应在安装钻头前通电检查主轴旋转方向, 并将主轴调整到与被钻取芯样的混凝土表面相垂直。

4.3.3 钻芯机接通水源、电源后, 将变速钮调到所需转速。正

向转动操作手柄, 使钻头缓慢接触混凝土表面, 待钻头刃部入槽稳定后方可加压。进钻到预定深度后, 反向转动操作手柄, 将钻头提升到接近混凝土表面, 然后停电、停水。

4.3.4 钻芯时用于冷却钻头和排除混凝土碎屑的冷却水流量宜为 3~5 L/min, 出口水温不宜大于 30℃。

4.3.5 卸取芯样时, 应采取措施, 保证芯样完整。

4.3.6 取出的芯样应在稍微晾干后标上清晰的标记, 并按本规程附录 A 做好记录。

芯样在运送前应仔细包装, 以防损坏。

4.3.7 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。锯切过程中, 应冷却人造金刚石圆锯片和芯样。

4.3.8 锯切后的芯样, 当不能满足平整度及垂直度要求时, 宜采用下列方法进行端面加工:

1 在磨平机上磨平。

2 用水泥砂浆(水泥净浆)或硫磺胶泥(硫磺)等材料在专用补平装置上补平。水泥砂浆(水泥净浆)补平厚度不宜大于 5 mm; 硫磺胶泥(硫磺)补平厚度不宜大于 1.5 mm。补平层与芯样必须结合牢固。

芯样端面补平方法可按本规程附录 B 进行。

4.3.9 加工后的芯样应对其几何尺寸进行下列测量:

1 平均直径: 用游标卡尺测量芯样中部, 在相互垂直的 2 个位置上, 取测量的算术平均值, 精确至 0.5 mm;

2 芯样高度: 用钢卷尺或钢板尺进行测量, 精确至 1 mm;

3 垂直度: 用万能角度尺测量两个端面与母线的夹角, 精确至  $0.1^\circ$ ;

4 平整度: 用钢板尺紧靠芯样端面上, 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缝隙。

4.3.10 芯样尺寸偏差及外观质量应符合下列规定:

1 加工后的芯样, 高度大于  $0.95d$  ( $d$  为芯样试件平均直



径) 并小于  $2.05d$ ;

- 2 沿芯样高度任一直径与平均直径相差小于  $2\text{mm}$ ;
- 3 芯样端面平整度的允许偏差在  $100\text{mm}$  长度内为  $\pm 0.1\text{mm}$ ;
- 4 芯样端面与轴线垂直度的允许偏差为  $\pm 2^\circ$ ;
- 5 芯样无裂缝或其他较大缺陷。

#### 4.4 芯样强度试验

4.4.1 芯样试件的抗压强度试验应按现行国家标准《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。

4.4.2 芯样试件应在与被检测结构或构件混凝土湿度基本一致的条件下进行试验。

当结构所处环境比较干燥时, 芯样试件应在室内自然干燥  $3\text{d}$  后进行试验。

当结构所处环境比较潮湿时, 芯样试件应在  $20\text{℃} \pm 5\text{℃}$  的清水中浸泡  $40\sim 48\text{h}$ , 从水中取出后立即进行试验。

#### 4.5 混凝土强度换算及推定

4.5.1 芯样试件的混凝土强度换算值系指将钻芯法测得的芯样强度, 换算成相应测试龄期的、边长为  $150\text{mm}$  立方体试块的抗压强度。

4.5.2 芯样试件的混凝土强度换算值, 应按下式计算:

$$f_{\text{cu}}^c = 4\beta F / \pi d^2 \quad (4.5.2)$$

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

$F$ ——芯样试件抗压试验测得的最大压力 (N);

$d$ ——芯样试件的平均直径 (mm);

$\beta$ ——不同高径比的芯样试件混凝土强度换算系数, 按表 4.5.2 选用。

4.5.3 高度和直径均为  $100\text{mm}$  或  $150\text{mm}$  芯样试件的抗压强度测试值, 可直接作为混凝土的强度换算值。

表 4.5.2 芯样试件混凝土强度换算系数

高径比 ( $H/d$ )	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
换算系数 ( $\beta$ )	1.00	1.04	1.07	1.10	1.13	1.15	1.17	1.19	1.20	1.22	1.24

4.5.4 单个构件或单个构件局部区域的混凝土强度推定值可取芯样试件混凝土强度换算值中的最小值, 即

$$f_{\text{cu},e} = f_{\text{cu},\min}^c \quad (4.5.4)$$

式中  $f_{\text{cu},e}$ ——混凝土强度推定值 (MPa);

$f_{\text{cu},\min}^c$ ——混凝土强度换算值中的最小值 (MPa)。

4.5.5 检测工作完成后, 应按本规程附录 C 的规定填写试验记录 and 试验报告。

## 5 回弹法

### 5.1 一般规定

5.1.1 回弹法适用于结构混凝土强度检测，必要时可用钻芯法验证。

回弹法不适用于表面有明显缺陷、遭受冻害、化学侵蚀、火灾和高温损伤的结构混凝土强度检测。

5.1.2 结构或构件混凝土强度检测数量应符合下列规定：

- 1 单个检测：适用于单个结构或构件的检测。
- 2 批量检测：适用于混凝土强度等级相同，原材料、配合比、成型工艺、养护条件基本一致且龄期相近的同类结构或构件。按批进行检测的构件，抽检数量不得少于同批构件总数的50%且构件数量不得少于2件。

5.1.3 结构或构件的测区应符合下列规定：

- 1 每一结构或构件测区数不应少于10个。
- 2 相邻两测区的间距应控制在2m以内，测区离构件端部或施工缝边缘的距离不宜大于0.5m，且不宜小于0.2m。
- 3 测区宜选在使回弹仪处于水平状态检测混凝土浇筑侧面。当不能满足这一要求时，可使回弹仪处于非水平状态检测混凝土浇筑侧面、顶面或底面。
- 4 测区宜选在构件的两个对称可测面上，也可选在一个可测面上，且应均匀分布。在构件的重要部位及薄弱部位必须布置测区，并应避免预埋件。
- 5 测区的面积不宜大于0.04m<sup>2</sup>。
- 6 检测面应为混凝土表面，并应清洁、平整，不应有疏松层、浮浆、油垢、涂层以及蜂窝、麻面，必要时可用砂轮清除疏

松层和杂物，且不应有残留的粉末或碎屑。

5.1.4 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 回弹仪

5.2.1 回弹仪应符合下列标准状态的规定：

- 1 水平弹击时，弹击锤脱钩的瞬间，回弹仪的标准能量应为2.207J；
- 2 弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间，弹击拉簧应处于自由状态，此时弹击锤起跳点相应于指针指示刻度尺上“0”处；
- 3 在洛氏硬度HRC为60±2的钢砧上，回弹仪的率定值应为80±2。

5.2.2 回弹仪使用时的环境温度应为-4℃~+40℃。

5.2.3 回弹仪遇下列情况之一时应送检定单位检定：

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

5.2.4 回弹仪在工程检测前后，应按规定做率定试验。率定试验宜在干燥、室温为5℃~35℃的条件下进行。率定时，钢砧应稳固地平放在刚度大的物体上。测定回弹值时，取连续向下弹击3次回弹值的平均值。弹击杆应分4次旋转，每次旋转宜为90°。弹击杆每旋转1次的率定平均值应为80±2。

5.2.5 回弹仪遇下列情况之一时应进行常规保养：

- 1 弹击大于2000次；
- 2 对回弹值有怀疑时；
- 3 在钢砧上的率定值不合格。

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、弹击锤和弹击杆的内孔和冲击面。清洗后应在中心导杆上薄薄涂抹钟表油,其他零部件均不得抹油。

3 清理机壳内壁时,应卸下刻度尺,并检查指针的摩擦力,其值应为0.5~0.8N。

4 不得旋转转盖上已定位紧固的调零螺丝。

5 不得自制或更换零部件。

6 保养后应按第5.2.4条的规定做率定试验。

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 回弹试验

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

对弹击时产生颤动的薄壁和小型构件应进行固定。

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20mm;测点距外露钢筋、预埋件的距离不宜小于30mm。测点不应在气孔或外露石子上,同一测点只应弹击一次。每一测区应记取16个回弹值,每一测点的回弹值读数估读至1.0。

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,测点数不应少于构件测区数的30%,取其平均值为该构件每测区的碳化深度值。当碳化深度值极差大于2.0mm时,应在每一测区测量碳化深度值。

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15mm的孔洞,其深度应大于混凝土的碳化深度。孔洞中的粉末和碎屑应除净,并不得用水擦洗。同时,应采用浓度为1%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混凝土交界面到混凝土表面的垂直距离,测量不应少于3次,取其平均值。每次读数精确至0.5mm。

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:

$$R_m = R_m^* + R_a^* \quad (5.3.6)$$

式中  $R_m^*$ ——非水平状态检测时测区的平均回弹值,精确至0.1;

$R_a^*$ ——非水平状态检测时回弹值的修正值,应按本规程附录D采用。

5.3.7 非水平状态检测混凝土浇筑顶面或底面时,应按下列公式修正:

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

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

式中  $R_m^i, R_m^b$ ——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,精确至0.1;

$R_a^i, R_a^b$ ——混凝土浇筑顶面、底面回弹值的修正值,应按本规程附录E采用。

5.3.8 当检测时回弹仪为非水平状态且测试面为非混凝土的浇筑侧面时,应先按本规程附录D对回弹值进行角度修正,再按本规程附录E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( $\delta$ )应为 $\pm 15.0\%$ ，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( $\delta$ )应为 $\pm 14.0\%$ ，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( $\delta$ )应为 $\pm 12.0\%$ ，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( $e_r$ )的计算应符合本规程附录F的规定。

5 各检测单位应按专用测强曲线、地区测强曲线、统一测强曲线的次序选用测强曲线。

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，不得超出该类测强曲线的适用范围。应经常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，应及时查找原因，并不得继续使用。

5.4.3 符合下列条件的混凝土应采用本规程附录G进行测区混凝土强度换算：

- 1 混凝土采用的材料、拌和用水符合国家现行的有关标准；
- 2 不掺引气型外加剂；
- 3 采用普通成型工艺；
- 4 采用符合现行的《铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准》(TB10424)规定的模板；
- 5 自然养护或蒸汽养护出池后经自然养护7d以上，且混凝土表层为干燥状态；
- 6 龄期为14~1000d；
- 7 抗压强度为10~60MPa。

5.4.4 当有下列情况之一时，测区混凝土强度值不得按本规程

附录G换算，但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F的有关规定：

- 1 粗集料最大粒径大于60mm；
- 2 特种成型工艺配制的混凝土；
- 3 检测部位曲率半径小于250mm；
- 4 潮湿或浸水混凝土。

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

1 符合第5.4.3条规定的混凝土强度换算值可按第5.3.3条所求得碳化深度平均值及按第5.3.5~第5.3.8条所求得平均回弹值由本规程附录G查表得出。

2 泵送混凝土制作的结构或构件的碳化深度值不大于2.0mm时，混凝土强度换算值应按本规程附录H修正；碳化深度值大于2.0mm时，可按其他检测方法进行检测和换算。

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

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

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

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

$n$ ——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 (MPa), 精确至 0.01。

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

1 按单个检测时

$$f_{cu,e} = f_{cu,\min}^c \quad (5.4.7-1)$$

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

2 按批检测时

$$f_{cu,e} = m_{f_{cu}}^c - 1.645 S_{f_{cu}}^c \quad (5.4.7-2)$$

5.4.8 对按批检测的构件, 当该批构件混凝土换算强度标准差出现下列情况之一时, 则该批构件应全部按单个构件检测:

1 当该批构件混凝土换算强度平均值小于 25 MPa 时

$$S_{f_{cu}}^c > 4.5 \text{ MPa}$$

2 当该批构件混凝土换算强度平均值不小于 25 MPa 时

$$S_{f_{cu}}^c > 5.5 \text{ MPa}$$

5.4.9 检测后应按本规程附录 J 的规定填写检测记录和检测报告。

## 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和检测数量应符合本规程第 5.1.1 条、第 5.1.2 条的规定。

6.1.2 采用超声回弹综合法对结构或构件长龄期的混凝土强度进行检测推定时, 应用钻芯法作校核。

6.1.3 检测结构或构件混凝土强度时, 应优先采用专用或地区测强曲线。当缺少该类曲线时, 按本规程附录 K 验证方法验证符合要求后可采用本规程附录 L。

6.1.4 结构测区布置应符合本规程第 5.1.3 条和第 5.1.4 条的规定。

6.1.5 当按批抽样检测时, 应符合本规程第 5.1.2 条的规定。

### 6.2 主要仪器设备

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 5.2.1~第 5.2.7 条的规定。

6.2.2 模拟式超声波检测仪应符合下列规定:

1 声时范围宜为 0.5~9999  $\mu\text{s}$ , 测读精度应为 0.1  $\mu\text{s}$ 。

2 具有良好的稳定性, 声时显示调节在 20~30  $\mu\text{s}$  范围内时, 2h 内声时显示的允许漂移应为  $\pm 0.2 \mu\text{s}$ 。

3 放大器频率响应宜分为 10~200 kHz、200~500 kHz 两频段。

4 具有示波屏显示及手动游标测读功能, 显示应清晰稳定。如采用整形自动测读, 混凝土超声测距不宜超过 1m。

5 应能适用于温度为 -10  $^{\circ}\text{C}$  ~ +40  $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于

80%、电源电压波动为  $220\text{V} \pm 22\text{V}$  的环境中,且能连续 4h 正常工作。

**6.2.3** 数字式超声波检测仪应符合下列规定:

- 1 频率响应范围应为  $1\sim 100\text{kHz}$ 。
- 2 A/D 转换位数宜为 16 位,不应低于 12 位。
- 3 A/D 转换最高采样间隔  $0.2\mu\text{s}$ ,应具有负延时功能。
- 4 信号通道 2 个以上,各通道量程独立可调,范围宜为  $0.1\sim 5\text{V}$ 。每个通道的记录长度不应少于 4kB,并应具有通道触发功能。
- 5 测试软件具有波形显示、存储和时域、频域分析功能。

**6.2.4** 激振器宜为压电激振器。应能在混凝土中激发  $10\sim 50\text{kHz}$  的声波。

**6.2.5** 接收传感器应为短余振压电传感器。共振频率宜为  $50\sim 100\text{kHz}$ ,工作频率应为  $10\sim 50\text{kHz}$ 。

**6.2.6** 换能器应符合下列规定:

- 1 宜采用厚度振动形式压电材料;
- 2 频率宜在  $50\sim 100\text{kHz}$  范围内;
- 3 实测频率与标称频率相差不应超过  $\pm 10\%$ 。

**6.2.7** 超声仪检验时应符合下列规定:

- 1 缓慢调节延时旋钮,数字显示满足十进位递变的要求;
- 2 调节聚焦、辉度和扫描延时旋钮,扫描基线清晰稳定;
- 3 换能器与标准棒耦合良好,衰减器及发射电压正常;
- 4 超声波在空气中传播的声速与实测声速值相比,相差不应超过  $\pm 0.5\%$ 。

**6.2.8** 超声仪应按下列步骤进行操作:

1 仪器在接通电源前,应检查电源电压,接上电源后,仪器宜预热  $10\text{min}$ ;

2 换能器与标准棒应耦合良好,调节首波幅度至  $30\sim 40\text{mm}$  后测读声时值,有调零装置的仪器应调节调零电位器以扣除初读数;

3 实测时,接收信号的首波幅度均应调至  $30\sim 40\text{mm}$  后,才能测读每个测点的声时值。

**6.2.9** 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  $1\text{h}$ ;
- 2 应存放在通风、阴凉、干燥处,无论存放或工作,均需防尘;
- 3 在搬运过程中必须防止碰撞和剧烈振动。

**6.2.10** 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。

### 6.3 超声回弹试验

**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,并按本规程附录 M 做好记录。

**6.3.2** 对弹击时产生震动的薄壁、小型构件应进行固定。

**6.3.3** 非同一测区内的回弹值及超声声速值,在计算混凝土强度换算值时不得混用。

**6.3.4** 采用回弹仪测试应符合下列规定:

1 回弹仪宜处于水平状态,测试混凝土浇筑侧面。如不能满足这一要求,也可非水平状态测试混凝土浇筑侧面、顶面或底面。

2 对构件上的两个相对测试面各弹 8 点,每一测点的回弹值读数估读至 1.0。

3 测点在测区内宜均匀分布,但不得布置在气孔或外漏石子上,相邻两测点的间距一般不小于  $20\text{mm}$ ;测点距构件边缘或外漏钢筋、铁件的距离不小于  $30\text{mm}$ ,且同一测点只应弹击一次。

**6.3.5** 测区平均回弹值按本规程第 5.3.5 条的规定计算。

**6.3.6** 非水平状态测得的回弹值,应按本规程第 5.3.6~第 5.3.8 条的规定进行修正。

**6.3.7** 超声测试应符合下列规定:

1 超声测点布置在回弹测试的同一测区内。当采用表面直

达波法超声测试时,应以回弹测试的测区为中心安装发射换能器和接收传感器。

2 测试声时时,应保证换能器与混凝土耦合良好。

3 声时值应精确至  $0.1\mu\text{s}$ ,声速值应精确至  $0.01\text{km/s}$ ,超声测距的测量允许误差应  $\pm 1\%$ 。

4 在每个测区的相对测试面上,应各布置3个测点,且发射和接收换能器的轴线应在同一轴线上。

5 当采用表面直达波法超声测试时,每个测点重复测三次。

6.3.8 测区声速应采用本规程附录 N 规定的方法,并按下列公式计算:

$$v = l/t_m \quad (6.3.8-1)$$

$$t_m = (t_1 + t_2 + t_3)/3 \quad (6.3.8-2)$$

式中  $v$ ——测区声速值 ( $\text{km/s}$ );

$l$ ——超声测距 ( $\text{mm}$ );

$t_m$ ——测区平均声时值 ( $\mu\text{s}$ );

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

6.3.9 当在混凝土浇筑顶面或底面测试时,测区声速应按下列公式修正:

$$v_a = \beta v \quad (6.3.9)$$

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测试时,  $\beta = 1.034$ ; 在混凝土侧面测试时,  $\beta = 1$ 。

6.3.10 采用表面直达波法超声测试时,声速值应按下列公式计算:

$$v = L/(t - t_0) \quad (6.3.10)$$

式中  $v$ ——纵波声速值 ( $\text{km/s}$ );

$L$ ——发射点至接收点间的距离 ( $\text{m}$ );

$t$ —— $(t_1 + t_2 + t_3)/3$ , 纵波旅行时间的平均值 ( $\text{s}$ );

$t_0$ ——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  $\text{s}$  计)。

## 6.4 混凝土强度换算及推定

6.4.1 测强曲线的建立除应符合本规程附录 P 的基本规定外,尚应符合本规程第 5.4.1 条和第 5.4.2 条的规定。

6.4.2 构件第  $i$  个测区的混凝土强度换算值  $f_{cu,i}^c$ ,应根据修正后的测区回弹值  $R_{si}$  及修正后的测区声速值  $v_{si}$ ,优先采用专用或地区测强曲线推定,当无该类测强曲线时,经验证后也可按本规程附录 L 的规定确定或按下列公式计算:

1 粗骨料为卵石时

$$f_{cu,i}^c = 0.0038(v_{si})^{1.23}(R_{si})^{1.95} \quad (6.4.2-1)$$

2 粗骨料为碎石时

$$f_{cu,i}^c = 0.0038(v_{si})^{1.72}(R_{si})^{1.57} \quad (6.4.2-2)$$

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

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

$R_{si}$ ——第  $i$  个测区修正后的回弹值,精确至  $0.1$ 。

6.4.3 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,须用同条件混凝土立方体试块或从结构构件测区钻取的混凝土芯样进行修正,试件数量应不少于 3 个。此时,得到的测区混凝土强度换算值应乘以修正系数。修正系数可按下列公式计算:

1 有同条件混凝土立方体试块时

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i} / f_{cu,i}^c \quad (6.4.3-1)$$

2 有混凝土芯样试件时

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cor,i} / f_{cu,i}^c \quad (6.4.3-2)$$

式中  $\eta$ ——修正系数,精确至  $0.01$ ;

$f_{cu,i}$ ——第  $i$  个混凝土立方体试块 (以边长为 150 mm 计) 抗压强度值 (MPa), 精确至 0.1;  
 $f_{cu,i}^c$ ——对应于第  $i$  个混凝土立方体试块或芯样试件抗压强度换算值 (MPa), 精确至 0.1;  
 $f_{cu,i}^e$ ——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 (MPa), 精确至 0.1;  
 $n$ ——试件个数。

6.4.4 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, 单个构件的混凝土强度推定值  $f_{cu,e}$ , 取该构件各测区中最小的混凝土强度换算值  $f_{cu,min}^c$ 。
- 2 当按批抽样检测时, 该批构件的混凝土强度推定值应按下列公式计算:

$$f_{cu,e} = m_{fc}^c - 1.645 S_{fc}^c \quad (6.4.4-1)$$

$$m_{fc}^c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c \quad (6.4.4-2)$$

$$S_{fc}^c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n(m_{fc}^c)^2}{n-1}} \quad (6.4.4-3)$$

式中  $m_{fc}^c$ ——各测区混凝土强度换算值的平均值 (MPa);  
 $S_{fc}^c$ ——各测区混凝土强度换算值的标准差 (MPa)。

- 3 当同批测区混凝土强度换算值的标准差  $S_{fc}^c$  过大时, 批构件的混凝土强度推定值也可按下式计算:

$$f_{cu,e} = m_{fc,min}^c + \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_{cu,min,j}^c \quad (6.4.4-4)$$

式中  $m_{fc,min}^c$ ——该批每个构件中测区混凝土强度换算值的最小值的平均值 (MPa);

$f_{cu,min,j}^c$ ——第  $j$  个构件中测区混凝土强度换算值中的最小值 (MPa)。

6.4.5 当属同批构件按批抽样检测时, 若全部测区混凝土换算强度的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 时  
 $S_{fc}^c > 4.5 \text{ MPa}$
- 2 当该批构件混凝土换算强度平均值不小于 25 MPa 时  
 $S_{fc}^c > 5.5 \text{ MPa}$

6.4.6 检测后应按本规程附录 Q 的规定填写检测报告。



## 7 后装拔出法

### 7.1 一般规定

7.1.1 后装拔出法适用于表面与内部质量无明显差异的工程结构混凝土抗压强度的检测。

7.1.2 采用后装拔出法检测前,应通过专门试验按本规程附录R的规定建立后装拔出法测强曲线,其允许相对标准差不应大于12%。

7.1.3 后装拔出法检测前,对钻孔机、磨槽机、拔出仪的工作状态均应检查。

7.1.4 后装拔出法检测混凝土抗压强度可按下列规定分批抽样检测:

1 当混凝土检验批的试块抗压强度不能满足要求时,应在试块代表的结构相应部位抽样检测;

2 对铁路工程结构混凝土抗压强度有怀疑时,可按单个结构或同批结构分批抽样检测;

3 对既有铁路工程结构需要检测混凝土抗压强度时,可按同批结构分批抽样检测。

7.1.5 符合下列条件的结构可作为同批结构:

1 混凝土强度等级相同;

2 混凝土原材料、配合比、施工工艺、养护条件及龄期基本相同;

3 结构种类相同;

4 结构所处环境相同。

7.1.6 测点布置应符合下列规定:

1 对被抽样的结构相应部位或单个结构进行后装拔出法检

测混凝土抗压强度时,应在同一母体混凝土范围内至少设置5个测点;

2 当同批结构按批抽样检测时,抽检数量应不少于同批结构总数的50%,且不少于2个,每个结构不应少于5个测点;

3 测点相互之间距离不应小于200mm;测点距结构混凝土边缘距离不应小于100mm;测点位置处的结构混凝土厚度不应小于80mm;

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

5 测点应避开接缝、蜂窝、麻面部位和结构混凝土表层的钢筋、预埋件等;

6 测点表面应平整、清洁、干燥,对表面的浮浆应予清除,必要时进行磨平处理。

7.1.7 结构的测点应标明编号,并应描绘测点布置的示意图。

### 7.2 后装拔出试验装置

7.2.1 后装拔出试验装置由后装拔出装置、钻孔机、磨槽机、锚固件及拔出仪等组成。

7.2.2 后装拔出装置包括胀簧扩拔器和可调承力环。胀簧扩拔器由胀簧、胀杆和拉杆组成。后装拔出装置可分为圆环式(见图7.2.2—1)和三点式(见图7.2.2—2)两种。其具体技术指标和使用范围应符合下列规定:

1 圆环式后装拔出装置应符合下列规定:

1) 钻孔直径  $d_1 = 18\text{mm}$ ;

2) 胀簧张开后着力面外缘直径  $d_2 = 25\text{mm}$ ;

3) 承力环内径  $d_3 = 55\text{mm}$ ;

4) 胀簧着力面埋深  $h = 25\text{mm}$ ;

5) 承力环和胀簧扩拔器应处于同一轴线上;

6) 宜用于粗骨料最大粒径不大于40mm的混凝土。

2 三点式后装拔出装置应符合下列规定:

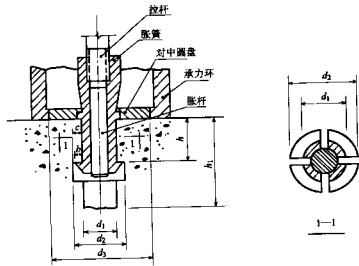


图 7.2.2-1 圆环式拔出装置示意图

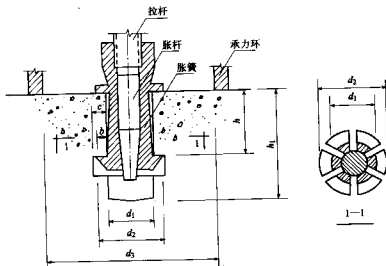


图 7.2.2-2 三点式拔出装置示意图

- 1) 钻孔直径  $d_1 = 22 \text{ mm}$ ;
- 2) 胀簧张开后着力面外缘直径  $d_2 = 25 \text{ mm}$ ;
- 3) 承力环外径  $d_3 = 120 \text{ mm}$ ;
- 4) 胀簧着力面埋深  $h = 35 \text{ mm}$ ;
- 5) 承力环和胀簧扩拔器应处于同一轴线;
- 6) 宜用于粗骨料最大粒径不大于  $60 \text{ mm}$  的混凝土。

7.2.3 钻孔机可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度及深度的装置，金刚石薄壁空心钻应带有冷却水装置。

7.2.4 磨槽机由电钻、金刚石磨头、定位圆盘及冷却水装置组成。

7.2.5 锚固件由胀簧和胀杆组成。胀簧锚固台阶宽度  $b = 3.5 \text{ mm}$  (见图 7.2.2-1 或图 7.2.2-2)。

7.2.6 拔出仪由加荷装置、测力装置及反力支撑三部分组成。其技术性能和标定周期应符合下列规定：

1 额定最大拔出力应大于测试范围内的最大拔出力，且不小于  $60 \text{ kN}$ 。

2 工作行程：对于圆环式拔出装置不小于  $4 \text{ mm}$ ；对于三点式拔出装置不小于  $6 \text{ mm}$ 。

3 允许示值误差为  $\pm 2\%$  (F.S.)。

4 测力装置应具有峰值保持功能。

5 拔出仪应每年至少标定一次。遇下列情况时，应重新标定：

- 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。

### 7.3 后装拔出试验

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表面保持垂直，垂

直度允许偏差应为 $3^\circ$ 。

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。

3 成孔尺寸应满足下列要求:

- 1) 钻孔直径应较第 7.2.2 条中的  $d_1$  值大 0.1 mm,且不宜大于 1.0 mm;
- 2) 钻孔深度  $h_1$  应较锚固深度  $h$  深 20~30 mm;
- 3) 锚固深度  $h$  应符合第 7.2.2 条的规定,允许误差为  $\pm 0.8$  mm;
- 4) 环形槽深度  $c$  应为 3.6~4.5 mm。

7.3.2 安装扩拔器应注意下列事项:

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,务必保证锚固可靠;

2 将拉杆一端旋入胀簧,另一端与拔出仪连接对中,务必使拔出仪与混凝土表面垂直。

7.3.3 拉拔扩拔器时应符合下列规定:

1 施加拔出力应连续均匀,将拉拔速度控制在 0.5~1.0 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 kN。

3 对结构进行后装拔出法检测混凝土抗压强度时,应采取有效措施防止拔出仪及机具脱落摔坏或伤人。

4 当发生下列情况之一时,应作详细记录,并将该值舍去,在其附近补测一个测点。

- 1) 不见环形突痕,也没有其他破坏现象;
- 2) 承力环内仅有小部分破损,而大部分没有破损,也无突痕;
- 3) 承力环外的混凝土有裂缝。

## 7.4 混凝土抗压强度换算及推定

7.4.1 结构混凝土抗压强度换算应符合下列规定:

1 后装拔出力计算值取值,应将 5 次后装拔出试验的拔出力中最大值和最小值舍去后取平均值。

2 当具有按本规程附录 R 的规定建立的后装拔出法测强曲线时,拔出试验结果应按下列公式进行混凝土抗压强度换算:

$$f_{cu}^c = A \cdot F + B \quad (7.4.1-1)$$

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

$F$ ——后装拔出力平均值 (kN),精确至 0.1;

$A, B$ ——后装拔出法测强曲线回归系数。

3 当不具有按本规程附录 R 的规定建立的后装拔出法测强曲线时,拔出试验结果可按下列公式进行混凝土抗压强度换算:

$$f_{cu}^c = 1.59F - 5.8 \quad (7.4.1-2)$$

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

$F$ ——后装拔出力平均值 (kN),精确至 0.1。

7.4.2 结构混凝土抗压强度推定值取值应符合下列规定:

1 单个结构混凝土抗压强度推定值  $f_{cu,e}$ ,按其混凝土抗压强度换算值确定,即

$$f_{cu,e} = f_{cu}^c \quad (7.4.2-1)$$

2 同批结构抽样检测的混凝土抗压强度推定值  $f_{cu,e}$ 应按下列公式计算:

$$f_{cu,e} = m_{fc}^c - 1.645 S_{fc}^c \quad (7.4.2-2)$$

$$m_{fc}^c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c \quad (7.4.2-3)$$

$$S_{fc}^c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c)^2 - n (m_{fc}^c)^2}{n-1}} \quad (7.4.2-4)$$

式中  $m_{fc}^c$ ——同批结构抽样检测的混凝土抗压强度换算值的平均值 (MPa),精确至 0.1;

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

$S_{f_{cu}}^c$ ——同批结构抽样检测的混凝土抗压强度换算值的标准差 (MPa), 精确至 0.1;

$n$ ——同批结构抽样检测的混凝土抗压强度换算值的总个数。

3 对于按批抽样检测的结构, 当全部抽样检测的混凝土抗压强度换算值的标准差出现下列情况时, 则该批结构应全部按单个结构检测:

- 1) 当混凝土抗压强度换算值的平均值小于等于 25 MPa 时  
 $S_{f_{cu}}^c > 4.5 \text{ MPa}$
- 2) 当混凝土抗压强度换算值的平均值大于 25 MPa 时  
 $S_{f_{cu}}^c > 5.5 \text{ MPa}$

## 8 同条件养护试件法

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 本方法主要用于涉及混凝土结构安全的重要部位的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国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081) 的有关规定。

**8.1.3** 同条件养护试件所对应的结构部位, 应由监理 (建设)、施工单位共同选定。

### 8.2 同条件养护试件的留置和养护

**8.2.1** 对选定的混凝土结构部位, 在混凝土施工时, 均应留置同条件养护试件。

**8.2.2** 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, 不宜少于 5 组, 且不应少于 2 组。具体留置组数应在混凝土结构施工前, 由监理 (建设)、施工单位共同确定。

**8.2.3** 同条件养护试件应在混凝土浇筑入模处取样。

**8.2.4** 同条件养护试件拆模后, 应放置在靠近相应结构部位的适当位置, 采取与结构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 28 d 龄期试件强度相等的原则确定。



## 附录 B 钻芯法芯样端面补平方法

### B.0.1 水泥砂浆（或水泥净浆）补平

1 补平前先将芯样端面污物清除干净，然后将端面用水湿润。

2 在平整度为每长100mm不超过0.5mm的钢板上涂一薄层矿物油或其他脱模剂。然后，倒上适量水泥砂浆摊成薄层，稍许用力将芯样压入水泥砂浆中，并保持芯样与钢板垂直。2h后，再补另一端面。仔细清除侧面多余水泥砂浆，在室内静放一昼夜后，送入养护室内养护。待补平材料强度不低于芯样强度时，方可进行抗压试验，见图B.0.1。

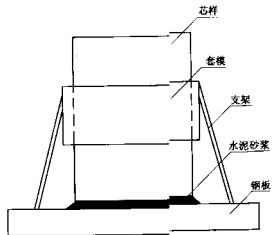


图 B.0.1 水泥砂浆（或水泥净浆）补平示意图

本方法一般适用于潮湿状态下抗压试验的芯样试件补平。

### B.0.2 硫磺胶泥（或硫磺）补平

1 补平前先将芯样端面污物清除干净，然后将芯样垂直地夹持在补平器的夹具中，并提升到一定高度，见图B.0.2。

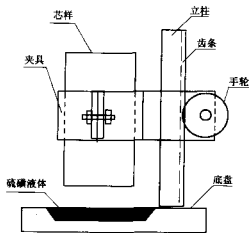


图 B.0.2 硫磺胶泥（或硫磺）补平示意图

2 在补平器底盘上涂薄层矿物油或其他脱模剂，以防硫磺胶泥与底盘粘结。

3 将硫磺胶泥置放于容器中加热熔化。待硫磺胶泥溶液由黄色变成棕色时（约150℃），倒入补平器底盘中。转动手轮使芯样下移至端面与底盘接触。待硫磺胶泥凝固后，反向转动手轮，将芯样提起，打开夹具取出芯样。然后，按上述步骤补平该芯样的另一端面。

补平器底盘内表面的机械加工平整度，要求每长100mm不超过0.05mm。

本方法一般适用于自然干燥状态下抗压试验的芯样试件补平。



附录 D 回弹法非水平状态检测时  
回弹值的修正值

表 D

$R_m$	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

续表 D

$R_m$	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  $R_m$  小于 20 或大于 50 时, 均分别按 20 或 50 查表;  
2 表中未列入的相应于  $R_m$  的修正值  $R_a$ , 可用内插法求得, 精确至 0.1。



## 附录 E 回弹法不同浇筑面上回弹值的修正值

表 E

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

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

## 附录 F 回弹法专用测强曲线的制定方法

F.0.1 制定专用测强曲线的试件应与欲测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。

F.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 立方体试件，同一龄期试件宜在同一天内成型完毕；

2 在成型后的第二天，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。

F.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 30~80 kN（低强度试件取低值加压）；

2 在试件保持 30~80 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 个回弹值分别剔除其中 3 个最大值和 3 个最小值，然后再求余下的 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  $f_{cu}$  (MPa)，精确至 0.1。

F.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  $R_m$  和  $f_{cu}$  (MPa) 数据，采用最小二乘法原理计算。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/897144156026006136>