T/CECS XXX:2020

中国工程建筑标准化协会标准

回弹法检测水泥基灌浆材料抗压强度技术规程

Technical specification for inspecting compressive strength of cementitious grout by rebound method

（征求意见稿）

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

回弹法检测水泥基灌浆材料抗压强度技术规程

Technical specification for inspecting compressive strength of cementitious grout by rebound method

T/CECS XXX:2020

主编单位：陕西省建筑科学研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2020年XX月XX日

中国计划出版社

2020北京

前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2017年第二批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2017] 031号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，进行必要的试验研究，参考国内相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分6章和4个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、回弹仪、水泥基灌浆材料、检测技术、灌浆料强度的计算等。

本规程由中国工程建设标准化协会砌体结构专业委员会（CECS/TC3）归口管理，由陕西省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（西安市环城西路272号；邮政编码：710082，E-mail：850546074@qq.com）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[**1** 总则 （1）](#_Toc26261528)

[**2** 术语和符号 （2）](#_Toc26261529)

[**2.1** 术 语 （2）](#_Toc26261530)

[**2.2** 符 号 （2）](#_Toc26261531)

[**3** 回弹仪 （4）](#_Toc26261532)

[**3.1** 技术要求 （4）](#_Toc26261533)

[**3.2** 检 定 （4）](#_Toc26261534)

[**3.3** 保 养 （4）](#_Toc26261535)

[**4**水泥基灌浆材料 （6）](#_Toc26261536)

[**5** 检测技术 （7）](#_Toc26261537)

[**5.1**一般规定 （7）](#_Toc26261538)

[**5.2**回弹值测量 （7）](#_Toc26261539)

[**5.3**回弹值计算 （8）](#_Toc26261540)

[**6** 灌浆料强度的计算 （9）](#_Toc26261541)

[附录**A** 测区灌浆料强度换算表 （12）](#_Toc26261542)

[附录**B** 专用灌浆料测强曲线的制定方法 （13）](#_Toc26261543)

[附录**C** 测强曲线的验证方法 （15）](#_Toc26261544)

[附录**D** 回弹法检测灌浆料抗压强度报告 （16）](#_Toc26261545)

[本规程用词说明 （17）](#_Toc26261546)

[引用标准名录 （18）](#_Toc26261547)

附：[条文说明 （19）](#_Toc26261548)

Contents

1 General provisions……………………………………………………………………..……（1）

2 Terms and symbols……………………………………………………………………...……（2）

2.1 Terms…………………………………………………………………………...........（2）

2.2 Symbols…………………………………………………………………….….………（2）

3 Rebound hammer…………………………………….……………………………………….（4）

3.1 Technical requirement…………………….…………………………………………（4）

3.2 Verification……………………………………………………………………………（4）

3.3 Maintenance………………………..…………………………………………………（4）

4 Cementitious grout………………………..………………………………………….………（6）

5 Testing technology………………………..………………………………………….………（7）

5.1 General requirement……………..………………………………………..…………（7）

5.2 Rebound value measurement……..…………………………………….…….………（7）

5.3 Calculation of rebound value……..……………………………………….….………（8）

6 Calculation of compressive Strength for cementitious grout………………………..………（9）

Appendix A Conversion table of compressive strength of cementitious grout for test area…（12）

Appendix B Technical requirements of testing strength curve for special or regional projects.（13）

Appendix C Verification method of strength curve of cementitious grout…………..………..（15）

Appendix D Report of testing cementitious grout compressive strength by rebound method..（16）

Explanation of wording in this specification..………………………………………….….….…（17）

List of quoted standards……………..………………………………………………….………（18）

Addition: Explanation of provisions..………………………………………………….………（19）

# **1** 总则

**1.0.1** 为统一使用回弹仪检测水泥基灌浆材料抗压强度的方法，保证检测精度，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于在混凝土结构及砌体结构加固改造工程中，采用强度等级为C25～C80的第Ⅳ类水泥基灌浆材料，浇筑的结构实体抗压强度（以下简称灌浆料强度）的检测。本规程不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的灌浆料强度检测。

**1.0.3**　当对结构中的灌浆料有强度检测要求时，可按本规程进行检测，其强度推定结果可作为强度评定的依据。

**1.0.4**　采用回弹法检测灌浆料强度除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# **2** 术语和符号

## **2.1** 术 语

**2.1.1**回弹法 rebound method  
 根据回弹值推定材料强度的方法。

**2.1.**2 水泥基灌浆材料 cementitious grout  
 由水泥、骨料、外加剂和矿物掺合料等原材料在专业化工厂按比例计量混合而成，在使用地点按规定比例加水或配套组分拌合，用于螺栓锚固、结构加固、预应力孔道等灌浆的材料。

**2.1.3**测区 test area  
 检测构件灌浆料强度时的一个检测单元。

**2.1.4**  测点 test point　  
 测区内的一个回弹检测点。

**2.1.5**  测区灌浆料强度换算值 conversion value of cementitious grout strength of test area  
 由测区的平均回弹值通过测强曲线或测区强度换算表得到的测区现龄期灌浆料强度值。

**2.1.6**  灌浆料强度推定值 estimation value of strength for cementitious grout   
 相应于强度换算值总体分布中保证率不低于95％的构件中的灌浆料强度值。

## **2.2** 符 号

**2.2.1**几何参数

*e*r——相对标准差

——测区灌浆料强度换算值。

——构件灌浆料强度推定值。

——第*i*个灌浆料立方体试块的抗压强度。

——构件中测区灌浆料强度换算值的最小值。

 ——第*i*个灌浆料芯样试件的抗压强度。

——芯样试件灌浆料强度平均值。

——150mm同条件立方体试块灌浆料强度平均值。

——对应于钻芯部位或同条件立方体试块回弹测区灌浆料强度换算值的平均值。

——修正前第*i*个测区的灌浆料强度换算值。

——修正后第*i*个测区的灌浆料强度换算值。

——测区灌浆料强度换算值的平均值。

——测区或试件的回弹平均值。

——测区第*i*个测点的回弹值。

——构件测区灌浆料强度换算值的标准差。

——测区灌浆料强度修正量。

*δ*——平均相对误差。

# **3** 回弹仪

## **3.1** 技术要求

**3.1.1** 回弹仪应具有产品合格证及计量检定证书，并应在回弹仪的明显位置上标注名称、型号、制造厂名（或商标）、出厂编号等。回弹仪可为数字式的，也可为指针直读式的。

**3.1.2** 回弹仪除应符合现行国家标准《回弹仪》GB/T9138的规定外，尚应符合下列规定：

1 回弹仪的标称能量应为2.207J；

2 回弹仪的弹击锤脱钩时，指针滑块示值刻线应对应于刻度尺满刻度处，且示值误差不应大于±0.4mm；

3 在洛氏硬度HRC为60±2、质量为16kg的钢砧上，回弹仪的率定值应为80±2；

4数字式回弹仪应带有指针直读示值系统；指针滑块刻线回弹值与数显回弹值的示值误差不应大于±1。

**3.1.3** 回弹仪使用时的工作温度应为（-10～50）℃。

## **3.2** 检 定

**3.2.1** 回弹仪检定周期为半年，当回弹仪具有下列情况之一时，应由法定计量检定机构按现行行业标准《回弹仪》JJG817进行检定：

**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** 经保养后，在钢砧上的率定值不合格；

**5** 遭受严重撞击或其他损害。

## **3.3** 保 养

**3.3.1** 当回弹仪存在下列情况之一时，应进行保养：

**1** 回弹仪弹击超过2000次；

**2** 在钢砧上的率定值不合格；

**3** 对检测值有怀疑。

**3.3.2** 回弹仪的保养应按下列步骤进行：

**1** 先将弹击锤脱钩，取出机芯。

**2** 清洁中心导杆、弹击锤和弹击杆的内孔及冲击面。清理后，应在中心导杆上薄薄涂抹钟表油，其他零部件均不得抹油。

**3** 保养时，不得旋转尾盖上已定位紧固的调零螺丝，不得自制或更换零部件。

**4** 保养后应进行率定。率定试验应分四个方向进行，且每个方向弹击前，弹击杆应旋转90度，每个方向的回弹平均值均应为80±2。

# **4**水泥基灌浆材料

**4.0.1** 本规程适用的灌浆料应为符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448规定的第Ⅳ类水泥基灌浆材料，相应指标应符合表4.0.1的规定。

表4.0.1 GB/T 50448规定水泥基灌浆材料主要性能指标

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 | Ⅳ类 |
| 最大骨料径mm | | ≤4.75 | | | ＞4.75且≤25 |
| 截锥流动性  （mm） | 初始值 | － | ≥340 | ≥290 | ≥650\* |
| 30min | － | ≥310 | ≥260 | ≥550\* |
| 流锥流动性  （s） | 初始值 | ≤35 | － | － | － |
| 30min | ≤50 | － | － | － |
| 竖向膨胀率  （%） | 3h | 0.1～3.5 | | | |
| 24h与3h的膨胀值之差 | 0.02～0.50 | | | |
| 抗压强度  （MPa） | 1d | ≥15 | ≥20 | | |
| 3d | ≥30 | ≥40 | | |
| 28d | ≥50 | ≥60 | | |
| 氯离子含量（%） | | ＜0.1 | | | |
| 泌水率（%） | | 0 | | | |

注：\*表示坍落扩展度数值。

# **5** 检测技术

## **5.1**一般规定

**5.1.1** 使用回弹仪的检测人员应通过专业培训并持证上岗。

**5.1.2** 采用回弹法检测灌浆料强度时，宜具有包含下列内容的资料：

**1** 工程名称、设计单位、施工单位；

**2** 构件名称及灌浆料类型；

**3** 灌浆料浇筑日期、养护情况及浇筑日期等；

**4** 检测原因。

**5.1.3** 回弹仪在检测前后，均应在钢砧上做率定试验，并应符合本规程第3.1.2条的规定。

**5.1.4** 对同批构件灌浆料强度按批抽样检测时，构件应随机抽取，抽检数量不宜少于同批构件总数的30%且不宜少于10件。当检验批中构件数量大于30个时，构件抽样数量可按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344进行适当调整。

**5.1.5** 对灌浆料强度按单个构件检测时应符合下列规定：

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

**2** 相邻两测区的间距不应大于2m，测区离构件边缘的距离不宜小于0.2m。测区尺寸宜为200mm×200mm。

**3** 测区应选在使回弹仪处于水平方向的灌浆料浇筑侧面。

**4** 测区宜布置在构件的两个对称可测面上，当不能布置在对称的可测面上时，也可布置在同一可测面上，且应均匀分布。在构件的重要部位及薄弱部位应布置测区，并应避开预埋件。

**5** 测区表面应为灌浆料原浆面，并应清洁、平整，不应有疏松层、浮浆、油垢、涂层以及蜂窝、麻面。

**6** 对弹击时产生颤动的薄壁、小型构件，应进行固定。

## **5.2**回弹值测量

**5.2.1** 在构件上测量回弹值时，回弹仪的轴线应始终垂直于灌浆料成型侧面，并应缓慢施压、准确读数、快速复位。

**5.2.2** 每一测区应读取16个回弹值，每一测点的回弹值读数应精确至1。测点宜在测区范围内均匀分布，相邻两测点的净距离不宜小于20mm；测点距外露钢筋、预埋件的距离不宜小于30mm；测点不应在气孔或外露石子上，同一测点应只弹击一次。

## **5.3**回弹值计算

**5.3.1** 计算测区回弹平均值时，应从该测区的16个回弹值中剔除3个最大值和3个最小值，其余的10个回弹值应按下式计算：

（5.3.1）

式中 ——测区平均回弹值，精确至0.1；

——第*i*个测点的回弹值。

# **6** 灌浆料强度的计算

**6.0.1** 采用按本规程附录A的规定进行强度换算的灌浆料实体构件，应符合下列要求：

**1** 采用普通成型工艺；

**2** 采用符合国家标准规定的模板；

**3** 灌浆料为符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448规定的第Ⅳ类水泥基灌浆材料；

**4** 构件表层为干燥状态；

5 自然养护；

**6** 构件龄期不宜超过180d；

**7** 抗压强度为（25.0~80.0）MPa。

**6.0.2**  构件中第*i*个测区的灌浆料抗压强度换算值，可按本规程第5章的规定求得的测区回弹平均值（），测区强度可按本规程附录A查表或计算得出。当有专用测强曲线时，灌浆料抗压强度换算值宜按专用测强曲线计算或查表得出。专用测强曲线应按本规程附录B的规定制定。

**6.0.3** 当无专用测强曲线时，可按本规程附录C的规定，通过验证后，采用本规程附录A给出的测强曲线公式，查表或计算构件中第*i*个测区抗压强度换算值。

**6.0.4** 构件的测区灌浆料强度平均值应根据各测区的灌浆料强度换算值计算。当测区数为10个及以上时，还应计算强度标准差，其平均值及标准差应按下列公式计算：

 （6.0.4-1）

 （6.0.4-2）

式中：——构件测区灌浆料强度换算值的平均值（MPa），精确至0.1MPa；

*n*——对于单个检测的构件，取该构件的测区数；对批量检测的构件，取所有被抽检构件测区数之和；

——结构或构件测区灌浆料强度换算值的标准差（MPa），精确至0.01MPa。

**6.0.5** 当检测条件与测强曲线的适用条件有较大差异或曲线没有经过验证时，可采用在构件上钻取的灌浆料芯样或同条件试块对测区灌浆料强度换算值进行修正。对同一强度等级灌浆料修正时，芯样数量不应少于6个，公称直径宜为100mm，高径比应为1。芯样应在测区内钻取，每个芯样应只加工一个试件。计算时，测区灌浆料强度修正量及测区灌浆料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：

 （6.0.5-1）

 （6.0.5-2）

 （6.0.5-3）

 （6.0.5-4）

 （6.0.5-5）

式中：——测区灌浆料强度修正量（MPa），精确到0.1MPa；

——芯样试件灌浆料强度平均值（MPa），精确到0.1MPa；

——150mm同条件立方体试块灌浆料强度平均值（MPa），精确到0.1MPa；

——对应于钻芯部位或同条件立方体试块回弹测区灌浆料强度换算值的平均值（MPa），精确到0.1MPa；

——第*i*个灌浆料芯样试件的抗压强度（MPa），精确到0.1MPa；

——第*i*个灌浆料立方体试块的抗压强度（MPa），精确到0.1MPa；

——对应于第*i*个芯样部位或同条件立方体试块测区回弹值的灌浆料强度换算值，可按本规程附录A取值；  
  *n*——芯样或试块数量。  
**2** 测区灌浆料强度换算值的修正应按下式计算：

 （6.0.5-6）

式中：——第*i*个测区修正后的灌浆料强度换算值(MPa)，精确到0.1MPa。

——第*i*个测区修正前的灌浆料强度换算值 (MPa)，精确到0.1MPa。

**6.0.6** 构件的现龄期灌浆料强度推定值（）应符合下列规定：

**1** 当构件测区数少于10个时，应按下式计算：

 （6.0.6-1）

式中 ——构件中最小的测区灌浆料强度换算值。

**2** 当构件测区数不少于10个时，应按下式计算：

 （6.0.6-2）

**3** 当批量检测时，应按下式计算：

 （6.0.6-3）

式中 ：——推定系数，宜取1.645。当需要进行推定强度区间时，可按国家现行有关标准的规定取值。

注：构件的灌浆料强度推定值是指相应于强度换算值总体分布中保证率不低于95%的构件中灌浆料抗压强度值。

**6.0.7**  对按批量检测的构件，当该批构件灌浆料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** 当该批构件灌浆料强度平均值（）不小于25MPa且不大于50.0MPa，且标准差（）大于5.50MPa时；

**2** 当该批构件灌浆料强度平均值（）大于50.0MPa，且标准差（）大于6.50MPa时。

**6.0.8** 回弹法检测灌浆料抗压强度报告可按附录D的格式编写。

# 附录**A** 测区灌浆料强度换算表

表A 测区灌浆料强度换算表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 27.2 | 25.3 | 32.8 | 36.3 | 38.4 | 49.3 | 44.0 | 64.2 |
| 27.4 | 25.6 | 33.0 | 36.7 | 38.6 | 49.8 | 44.2 | 64.8 |
| 27.6 | 26.0 | 33.2 | 37.2 | 38.8 | 50.3 | 44.4 | 65.3 |
| 27.8 | 26.3 | 33.4 | 37.6 | 39.0 | 50.8 | 44.6 | 65.9 |
| 28.0 | 26.7 | 33.6 | 38.0 | 39.2 | 51.3 | 44.8 | 66.5 |
| 28.2 | 27.1 | 33.8 | 38.5 | 39.4 | 51.8 | 45.0 | 67.1 |
| 28.4 | 27.5 | 34.0 | 38.9 | 39.6 | 52.3 | 45.2 | 67.6 |
| 28.6 | 27.8 | 34.2 | 39.4 | 39.8 | 52.8 | 45.4 | 68.2 |
| 28.8 | 28.2 | 34.4 | 39.8 | 40.0 | 53.4 | 45.6 | 68.8 |
| 29.0 | 28.6 | 34.6 | 40.3 | 40.2 | 53.9 | 45.8 | 69.4 |
| 29.2 | 29.0 | 34.8 | 40.7 | 40.4 | 54.4 | 46.0 | 70.0 |
| 29.4 | 29.4 | 35.0 | 41.2 | 40.6 | 54.9 | 46.2 | 70.6 |
| 29.6 | 29.8 | 35.2 | 41.6 | 40.8 | 55.4 | 46.4 | 71.2 |
| 29.8 | 30.1 | 35.4 | 42.1 | 41.0 | 56.0 | 46.6 | 71.8 |
| 30.0 | 30.5 | 35.6 | 42.6 | 41.2 | 56.5 | 46.8 | 72.4 |
| 30.2 | 30.9 | 35.8 | 43.0 | 41.4 | 57.0 | 47.0 | 73.0 |
| 30.4 | 31.3 | 36.0 | 43.5 | 41.6 | 57.6 | 47.2 | 73.6 |
| 30.6 | 31.7 | 36.2 | 44.0 | 41.8 | 58.1 | 47.4 | 74.2 |
| 30.8 | 32.1 | 36.4 | 44.4 | 42.0 | 58.7 | 47.6 | 74.8 |
| 31.0 | 32.5 | 36.6 | 44.9 | 42.2 | 59.2 | 47.8 | 75.4 |
| 31.2 | 33.0 | 36.8 | 45.4 | 42.4 | 59.7 | 48.0 | 76.0 |
| 31.4 | 33.4 | 37.0 | 45.9 | 42.6 | 60.3 | 48.2 | 76.6 |
| 31.6 | 33.8 | 37.2 | 46.4 | 42.8 | 60.8 | 48.4 | 77.2 |
| 31.8 | 34.2 | 37.4 | 46.8 | 43.0 | 61.4 | 48.6 | 77.9 |
| 32.0 | 34.6 | 37.6 | 47.3 | 43.2 | 62.0 | 48.8 | 78.5 |
| 32.2 | 35.0 | 37.8 | 47.8 | 43.4 | 62.5 | 49.0 | 79.1 |
| 32.4 | 35.5 | 38.0 | 48.3 | 43.6 | 63.1 | 49.2 | 79.7 |
| 32.6 | 35.9 | 38.2 | 48.8 | 43.8 | 63.6 | - | - |

注：1 表内未列数值可用内插法求得，精度至0.1MPa；  
     2 表中为测区平均回弹值，为测区灌浆料强度换算值；  
     3 表中数值是根据曲线公式计算得出。

# 附录**B** 专用灌浆料测强曲线的制定方法

**B.0.1** 采用灌浆料应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448规定的第Ⅳ类水泥基灌浆材料的要求，并应按厂家配合比制作强度等级为C25～C80、边长150mm的立方体标准试件。回弹仪应符合本规程第3.1节的规定。

**B.0.2** 制定专用测强曲线的试块应与欲测构件在原材料（含品种、规格）、成型工艺、养护方法等方面条件相同。

**B.0.3** 试块的制作、养护应符合下列规定：

**1** 因每个品牌灌浆料属同一配合比，故制作不同强度等级的试块须从1d、3d、7d、28d、60d等龄期的试块强度试验中摸索其强度增长规律，根据实际情况确定各个强度等级的对应龄期；

**2** 不同龄期对应的每一强度等级制作不少于6个150mm立方体试块，如C25～C60为8个强度等级，至少需48个试块；

**3** 试件拆模后应按“品”字形堆放在不受日晒雨淋处自然养护；

**4** 试块最长龄期至少60d，最长不超过180d；

**5** 试件拆模后应按“品”字形堆放在不受日晒雨淋处自然养护。

**B.0.4** 试块的测试应按下列步骤进行：

**1** 擦净试块表面，以浇筑侧面的两个相对面置于压力机的上下承压板之间，加压（60～100）kN（低强度试件取低值）；  
 **2** 在试块保持压力下，采用符合本规程第3.1.2条规定的标准状态的回弹仪和本规程第5.2.1条规定的操作方法，在试块的两个侧面上分别弹击8个点；  
 **3** 从每一试块的16个回弹值中分别剔除3个最大值和3个最小值，以余下的10个回弹值的平均值（计算精确至0.1）作为该试块的平均回弹值*R*m；  
  **4** 按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T50081的规定，将试块连续均匀加荷直至破坏，计算试块的抗压强度值ƒcu（MPa），精确至0.1MPa；

**B.0.5** 专用灌浆料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，应按每一试件测得的Rm和ƒcu，采用最小二乘法原理计算；  
 **2** 回归方程宜采用以下函数关系式：

 （B.0.4-1）

**3** 用下列计算回归方程式的强度平均相对误差*δ*的强度相对标准差*e*r：

 （B.0.4-2）

 (B.0.4-3）

式中：*δ*——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；  
      *ƒ*cu,*i*——由第*i*个试块抗压试验得出的灌浆料抗压强度值（MPa），精确至0.1MPa；  
       ——由同一试块的平均回弹值*R*m按回归方程式算出的灌浆料的强度换算值（MPa），精确至0.1MPa；  
       *n*——制定回归方程式的试件数。

**B.0.5** 专用测强曲线的强度误差应符合以下规定：  
    平均相对误差（*δ*）不应大于±12.0％，相对标准差（*e*r）不应大于14.0％。

  

# 附录**C** 测强曲线的验证方法

**C.0.1** 在采用本规程测强曲线前，应进行验证。

**C.0.2** 回弹仪应符合本规程第3.1节的规定，灌浆料应符合本规程第4章的规定。

**C.0.3** 测强曲线可按下列步骤进行验证：  
    1 根据各品牌灌浆料自身的特点和配合比，制作强度等级C30～C60，边长为150mm灌浆料立方体标准试件各5组，每组6块，并自然养护；  
    2 按1d、3d、7d、14d、28d，进行欲验证测强曲线对应的回弹测试和试件抗压试验；  
    3 根据每个试件测得的测区回弹平均值（），可按本规程附录A查表或计算得出试件的换算强度；  
    4 根据实测试件抗压强度和换算强度，按附录B.0.5节计算强度平均相对误差（*δ*）和强度相对标准差（*e*r）；  
    5 当*δ*小于等于15％时，且*e*r小于等于18％时，可使用本规程测强曲线；否则，应采用钻取灌浆料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；

    6 测强曲线的验证也可采用灌浆料同条件标准试件或采用钻取混凝土芯样的方法，按本条第1～5款的要求进行，试件数量不得少于30个。

# 附录**D** 回弹法检测灌浆料抗压强度报告

表**D**  回弹法检测灌浆料抗压强度报告

第 页 共 页

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | 灌浆料品牌 | |  | | |
| 委托单位 | |  | | | 灌浆料类别 | | 第Ⅳ类水泥基灌浆材料 | | |
| 施工单位 | |  | | | 检测日期 | |  | | |
| 监理单位 | |  | | | 报告日期 | |  | | |
| 编号 | 构件名称  及轴线部位 | | 强度设计等级 | 龄期  (d) | 灌浆料抗压强度换算值(MPa) | | | | 现龄期灌浆料强度推定值  (MPa) |
| 平均值 | 标准差 | | 最小值 |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
|  |  | |  |  |  |  | |  |  |
| 说明 | 1、检测依据：  2、检测环境温度：  3、回弹仪编号 检定证号  4、（有需要说明的其它问题）： | | | | | | | | |

批准： 审核： 主检：

单位公章

# 本规程用词说明

**1** 为便于在执行规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

# 引用标准名录

《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T50081

《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344

《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448

《回弹仪》GB/T9138

《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T23

《高强混凝土强度检测技术规程》JGJ/T294

《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T384

《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》CECS 02

《回弹仪》JJG817

中国工程建设标准化协会标准

回弹法检测水泥基灌浆材料抗压强度技术规程

T/CECS XXX:2020

# 条文说明

目 次

|  |
| --- |
| 1 总 则……………………………………………………………………………（21） |
| 3 回弹仪……………………………………………………………………………（22） |
| 4 水泥基灌浆材料…………………………………………………………………（23） |
| 5 检测技术…………………………………………………………………………（24） |
| 6 灌浆料强度的计算………………………………………………………………（25） |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

**1** 总则

**1.0.1** 回弹法检测混凝土抗压强度在我国已使用了几十年，应用非常广泛，但针对水泥基灌浆材料实体构件的抗压强度检测，目前没有统一的回弹强度曲线，为了保证检测的准确性和可靠性，制定本规程。

**1.0.2** 水泥基灌浆材料是由水泥、外加剂和矿物掺合料等原材料，经工业化生产的具有合理级分，加水拌合均匀后具有可灌注的流动性、微膨胀、高的早期和后期强度、不泌水等性能的干混料。随着国民经济的发展，各行各业对水泥基灌浆材料的应用越来越广泛，需求量越来越大。水泥基灌浆材料目前已广泛应用于工业的设备基础、地脚螺栓、坐浆，以及混凝土结构和砌体结构改造和加固工程等，大量替代了传统的细石混凝土，提高了施工效率，且发展势头强劲，受到了社会各界的好评。

本规程适用灌浆料为符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448规定的第Ⅳ类水泥基灌浆材料，规范规定的该材料抗压强度试验采用立方体试块抗压强度来评定，由于该材料特点明显不同于普通混凝土，故不宜用普通混凝土的强度曲线进行原位回弹检测。因此，有必要针对回弹法检测灌浆料实体构件抗压强度建立一条强度曲线。

**1.0.3**　在正常情况下，应当按现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448验收评定灌浆料强度，不允许用本规程取代国家标准对制作灌浆料标准试件的要求。但是，由于管理不善、施工质量不良，试件与结构中灌浆料质量不一致或对标准试件检验结果有怀疑时，或者为控制加固施工中拆模时灌浆料的强度，可以按本规程进行检测，推定其抗压强度强度，并作为强度评定的主要依据。

**1.0.4**　凡本规程涉及的其他有关方面，例如灌浆料材料性能试验、钻芯取样试验等，均应遵守相应的标准和规范。

3 回弹仪

**3.1** 技术要求

**3.1.1** 回弹仪为计量器具，在使用之前，应当由法定计量检定机构进行检定，使检测精度得到保证。

**3.1.2** 回弹仪的质量及测试性能直接影响强度推定结果的准确性。只有采用质量统一，性能一致的回弹仪，才能保证测试结果的可靠性。规范组经过大量试验，对比标称能量2.207J的中型回弹仪和标称能量5.500J的重型回弹仪对灌浆料强度曲线的适用性，综合识别精度、方便可靠、经济适用等因素，最终选定标称能量为2.207J的中型回弹仪。

**3.1.3** 根据现行国家标准《回弹仪》GB/T9138确定的可确保回弹仪正常使用的工作环境温度。

**3.2** 检 定

**3.2.1** 检定回弹仪的单位应由主管部门授权，并按照国家计量检定规程《回弹仪》JJG 817进行。

**3.3** 保 养

**3.3.1** 本条规定了回弹仪常规保养的要求。

**3.3.2** 本条给出了回弹仪常规保养的步骤及其率定方法。

**4** 水泥基灌浆材料

**4.0.1**水泥基灌浆材料主要性能指标包括最大骨料粒径、流动度、竖向膨胀率和抗压强度。对于适用本规程的第Ⅳ类水泥基灌浆材料，最大骨料粒径要求＞4.75mm且≤25mm，抗压强度：1d≥20MPa；3d≥40MPa；28d≥60MPa。试验结果表明：这几项指标中，抗压强度值是影响本规程强度曲线的关键因素。因此，适用本规程的前提应采用符合要求的灌浆料。

**5** 检测技术

**5.1** 一般规定

**5.1.2** 本条中的第1～4款资料系对结构或构件检测灌浆料强度所需要的资料。

**5.1.3** 本条是为了保证在使用中及时发现和纠正回弹仪的非标准状态。

**5.1.4** 对于灌浆料原材料、配合比、养护条件基本一致且龄期相近的一批同类构件的检测可采用批量检测。抽取试样应遵守“随机”的原则，并宜由相关单位会同检测单位共同商定抽样的范围、数量和方法。因回弹法测试具有快速、简便的特点，能在短期内进行较多数量的检测，以取得代表性较高的总体强度数据，故规定：按批进行检测的构件，抽检数量不得少于同批构件总数的30％且构件数量不得少于10个。当检验批构件数量过多时，抽检构件数量可按照现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344进行适当调整。

**5.1.5** 1～4条规定了测区布置的要求。其中，考虑到高强灌浆料多用于墙、柱、梁等承重构件，所以绝大多数检测面为浇筑侧面，本规程的测强曲线就是在灌浆料成型侧面建立的。因此，测试时回弹仪的轴线方向应与结构或构件的浇筑侧面相垂直。  
     检测面应为灌浆料原浆面，并应清洁、平整以确保检测的可靠性。  
   对于薄壁小型构件，如果约束力不够，回弹时产生颤动，会造成回弹能量损失，使检测结果偏低。因此必须加以可靠支撑，使之有足够的约束力时方可检测。

5.2 回弹值测量

**5.2.1** 检测时应保持回弹仪的轴线应始终垂直于灌浆料成型侧面，并缓慢施压不能冲击，否则回弹值读数不准确。

**5.2.2** 本条规定每一测区记取16点回弹值，它不包含弹击隐藏在薄薄一层水泥浆下的气孔或石子上的数值。同一测点只允许弹击一次，若重复弹击则后者回弹值高于前者，易造成误差。

5.3 回弹值计算

**5.3.1** 本条规定的测区平均回弹值计算方法和建立测强曲线时的取舍方法一致，不会引进新的误差。

**6** 灌浆料强度的计算

**6.0.1** 具体说明了本规程给出的全国灌浆料测强曲线公式适用范围。由于灌浆料在施工过程中，早期强度的增长特别快。因此，建立测强曲线公式时，采用了最短龄期为1d的试验数据。测强曲线公式在短龄期的适用，有利于采用本规程为控制短龄期灌浆料质量提供技术依据。GB/T 50448规定第Ⅳ类水泥基灌浆材料抗压强度：1d≥20MPa；3d≥40MPa；28d≥60MPa。经规范组试验结果表明，各地采用这类灌浆料品牌（分别采用黑龙江、辽宁、北京、山东、安徽、湖南、浙江、福建、广东、云南、重庆、陕西等12个省市共15个品牌）180d强度普遍达到C80，个别甚至达到C90。龄期在180d后强度增长不明显，故确定龄期不宜超过180d。故综合考虑确定抗压强度范围为（25.0～80.0）MPa。

**6.0.2**  本次各参加实验单位共取得灌浆料实验数据4088组（试件龄期范围1d~241d，强度范围10.4~98.1MPa），按照最小二乘法的原理，通过回归而得到的最优函数为幂函数，曲线方程为：



其强度误差值为：平均相对误差（*δ*）±12.9％；相对标准差（*e*r）16.2％；相关系数（*r*）：0.9247。  
 通过多个曲线相关性分析比较，最后确定该幂函数曲线方程作为灌浆料的测强曲线方程。另外通过误差分析，确定该曲线方程强度在（25.0～80.0）MPa范围内的回弹区间，适用龄期不宜超过180d。

实践证明专用测强曲线精度高于全国测强曲线。所以本条鼓励优先采用专用测强曲线。

**6.0.3** 如果检测部门未建立专用测强曲线，可使用本规程给出的全国测强曲线。为了掌握全国测强曲线对于各品牌灌浆料的检测精度情况，应对其进行验证。

本规程采用的全国测强曲线，强度误差值符合下列规定：

平均相对误差（*δ*）不应大于±15.0％，相对标准差（*e*r）不应大于18.0％。

专用测强曲线的强度误差值均应小于全国测强曲线，根据试验结果，专用曲线强度误差符合下列规定：

平均相对误差（*δ*）不应大于±12.0％，相对标准差（*e*r）不应大于14.0％。

**6.0.4** 此条给出了测区灌浆料强度平均值及标准差的计算方法。该公式沿用现行行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T23中标准差计算公式，与现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107中标准差计算公式一致。

**6.0.5** 当现场检测条件与测强曲线的适用条件有较大差异时，应采用同条件立方体标准试件或在测区钻取的灌浆料芯样试件进行修正。为了与国家现行标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344及《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T384所规定的修正量法相协调，本规程采用了修正量法。这里需要注意的是，1个芯样钻取位置只能制作1个芯样试件进行抗压试验。芯样直径宜为100mm，高径比为1；此处每一个钻取芯样的部位均应在回弹测区内，先测定测区回弹值，然后再钻取芯样。不可以将较长芯样沿长度方向截取为几个芯样试件来计算修正值。另外，规程中所说的芯样抗压强度试验，参照现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T384的规定进行。

**6.0.6** 当测区数量不少于10个时，为了保证构件的灌浆料强度满足95％的保证率，采用数理统计的公式计算强度推定值；当构件测区数少于10个时，因样本太少，取最小值作为强度推定值。此外，当构件中出现测区强度无法查出（如小于25.0MPa或大于80.0MPa）时，因无法计算平均值及标准差，也只能以最小值作为该强度推定值。

**6.0.7**  对按批量检测的构件，如该批构件的质量不均匀，测区强度标准差大于规定的范围，则该批构件应全部按单个构件进行强度推定。本条中抗压强度平均值及相应标准差的限值，沿用了现行行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T23-2011和现行协会标准《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》CECS 02:2005中的规定。

**6.0.8** 检测报告是工程测试的最后结果，是处理质量问题的依据，要求检测报告的信息尽量齐全，宜按统一格式出具。