**** T/CECS XXX—20XX

**中国工程建设标准化协会标准**

**回弹法检测岩石抗压强度技术规程**

Technical specification for inspecting of rock compressive strength by rebound method

**（征求意见稿）**

2024.2

**中国工程建设标准化协会标准**

**回弹法检测岩石抗压强度技术规程**

Technical specification for inspecting of rock compressive strength by rebound method

**(征求意见稿)**

**T/CECS xxx—20XX**

主编单位：建研院检测中心有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20xx年xx月x日

xxx出版社

2024 北 京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2022〕13号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，在参考国内外成熟科研成果的基础上，制定本规程。

本规程共分5章和5个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、回弹仪、检测技术、回弹值计算与强度推定、沉积岩中砂岩抗压强度换算表、变质岩中大理岩抗压强度换算表、岩浆岩中花岗岩抗压强度换算表、常见岩石力学性质指标的经验数据、实验室测试岩石抗压强度试验方法等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会检测与试验专业委员会归口管理，由建研院检测中心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，请反馈给建研院检测中心有限公司（地址：北京市平谷区中关村科技园平谷园平旺街60号院1号楼，邮编101211）。

主编单位：建研院检测中心有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1 总 则 1](#_Toc157696198)

[2 术语和符号 2](#_Toc157696199)

[2.1 术 语 2](#_Toc157696200)

[2.2 符 号 3](#_Toc157696201)

[3 回弹仪 4](#_Toc157696202)

[3.1 技术要求 4](#_Toc157696203)

[3.2 检定和保养 5](#_Toc157696204)

[4 检测技术 6](#_Toc157696205)

[4.1 一般规定 6](#_Toc157696206)

[4.2 回弹值测量 6](#_Toc157696207)

[5 回弹值计算与强度推定 7](#_Toc157696208)

[附录A 沉积岩中砂岩抗压强度换算表 9](#_Toc157696209)

[附录B 变质岩中大理岩抗压强度换算表 11](#_Toc157696210)

[附录C 岩浆岩中花岗岩抗压强度换算表 13](#_Toc157696211)

[附录D 常见岩石力学性质指标的经验数据 14](#_Toc157696212)

[附录E 实验室测试岩石抗压强度试验方法 16](#_Toc157696213)

[用词说明 17](#_Toc157696214)

[引用标准名录 18](#_Toc157696215)

[附：条文说明 19](#_Toc157696215)

Contents

1 General provisions 1

2 Terms and symbols 2

2.1 Terms 2

2.2 Symbols 3

3 Rebound Hammer 4

3.1 Technical requirements 4

3.2 Verification and maintenance 5

4 Testing Technology 6

4.1 General requirements 6

4.2 Rebound Value Measurement 6

5 Calculation of Rebound Value and Determination of Strength 7

Appendix A9

Appendix B11

Appendix C13

Appendix D14

Appendix E16

Explanation of wording17

List of quoted standards18

Addition: Explanation of provisions19

1. **总 则**

**1.0.1** 为统一使用回弹仪检测岩石抗压强度的方法，保证检测精度，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于建（构）筑物、桥梁结构中岩石类构件抗压强度的检测，不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的岩石构件的检测。

**1.0.3** 回弹法检测岩石抗压强度除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

1. **术语和符号**

**2.1 术 语**

1. 测区 test area

检测石质构件岩石抗压强度时的一个检测单元。

1. 测点 test point

测区内的一个回弹检测点。

1. 测区岩石抗压强度换算值 conversion value of rock compressive strength of test area

由测区的回弹代表值通过测区强度换算表得到的测区岩石抗压强度值。

1. 回弹法 rebound method

根据回弹值推定岩石强度的方法。

1. 计量抽样 sampling by variables

对样本中单位产品的质量特征进行直接定量计算，并用计量值作为判定标准的抽样方式。

1. 分层计量抽样 stratified measurement sampling

对于可以分成不同子总体（或称为层）的总体中，按规定的比例从不同层中随机抽取样品（个体）的方法。

1. 检验批 inspection lot

检验项目相同、质量要求和生产工艺等基本相同，由一定数量构件等构成的检验对象。

1. 均值 mean

随机变量取值的平均水平。

1. 标准差 standard deviation

随机变量方差的正平方根。

1. 样本容量 sample size

样本中所包含的个体的数目。

**2.2 符 号**

$f\_{i}$ 第i个测区的岩石抗压强度换算值；

$m\_{f}$ 批量换算强度平均值；

$s\_{f}$ 批量换算强度的标准差；

$R\_{m}$ 测区平均回弹值；

$R\_{i}$ 第i个测点的回弹值；

$δ$ 批量换算强度的变异系数。

1. **回弹仪**

**3.1 技术要求**

**3.1.1** 回弹仪可为数字式的，也可为指针直读式的。

**3.1.2** 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。

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

1 水平弹击时，在弹击锤脱钩瞬间，回弹仪的标称能量应为0.735J；

2 在弹击锤与弹击杆碰撞的瞬间，弹击拉簧应处于自由状态，且弹击锤起跳点应位于指针指示刻度尺上的“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74±2；

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

**3.1.4** 回弹仪使用时的环境温度宜为（-4~40）℃。

**3.2 检定和保养**

**3.2.1** 回弹仪的检定周期宜为半年，当回弹仪具有下列情况之一时，应由法定计量检定机构检定，且应符合现行行业标准《回弹仪》JJG 817的有关规定：

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。

**3.2.2** 回弹仪率定试验所用的钢砧应每2年送授权计量检定机构检定或校准。

**3.2.3** 回弹仪在工程检测前后，均应在钢砧上进行率定测试。

**3.2.4** 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。

1. **检测技术**

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 采用回弹法检测岩石抗压强度时，宜首先对检测对象的岩石类型进行调查。

**4.1.2** 石质构件的岩石抗压强度可按单个构件检测，若对同类型岩石构件按批量进行检测，抽检数量应符合下列规定：

1 对单个构件的检测，测区数不宜少于5个。

2 当不需要提供每个受检构件的强度推定值且总测区数满足推定区间限值要求时，或受检构件某一方向尺寸不大于4.5米且另一个方向尺寸不大于0.3米时，可缩减每个构件的测区数量，但不应少于3个。

3 对采用同类型岩石的同类构件按批量进行检测时，应随机抽取构件，构件抽检数量不宜少于同批构件总数的30%且不宜少于10件。当检验批受检构件数量大于30个时，可调整抽样构件数量，且应符合现行行业标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的有关规定，不得少于其规定的最少抽样数量。

**4.1.3** 单个构件的检测应符合下列规定：

1 测区宜选在能使回弹仪处于水平方向的构件侧面。

2 测区宜布置在构件的两个对称的可测面上，当不能布置在对称的可测面上时，也可布置在同一可测面上，且应均匀分布。

3 测区的面积不宜大于0.04m2。

4 测区表面应为岩石原面，并应清洁、平整，不应有断裂、表面风化、裂隙、空鼓等病害。

**4.2 回弹值测量**

**4.2.1** 测量回弹值时，回弹仪的轴线应始终垂直于检测面，且应缓慢施压、准确读数、快速复位。

**4.2.2** 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，每两个回弹点间距应大于弹击杆直径，最边缘测点距构件外边缘不宜小于0.2m。

**4.2.3** 同一测点应只弹击一次。

1. **回弹值计算与强度推定**

**5.0.1** 计算测区平均回弹值时，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个回弹值按下式计算：

$R\_{m}=\frac{\sum\_{i=1}^{10}R\_{i}}{10}$ (5.0.1)

式中：$R\_{m}$ 测区平均回弹值，精确至0.1；

 $R\_{i}$ 第i个测点的回弹值。

**5.0.2**构件第i个测区的岩石抗压强度换算值$f\_{i}$，可按本规程式5.0.1计算得到的回弹值$R\_{m}$，由本规程附录A~附录C查表得出，未在本规程附录A～附录C中列出的具体岩石种类可依据本规程附录D，按同岩类的岩石查表，当岩石的经验数据超出本规程附录A～附录C中所列岩石范围时，应通过实验室试验确定检测对象的岩石抗压强度，试验方法可依据本规程附录E。当有可靠的地区或专用强度换算公式时，可按地区或专用强度换算公式得到岩石抗压强度的换算值。

**5.0.3** 批量检测岩石抗压强度时，批量换算强度平均值、均值、变异系数应按下列公式计算：

$m\_{f}=\frac{1}{n}\sum\_{i}^{n}f\_{i}$ (5.0.2)

$s\_{f}=\sqrt{\frac{\sum\_{i}^{n}(f\_{i}-m\_{fi})}{n-1}}$ (5.0.3)

$δ=\frac{s\_{f}}{m\_{f}}$ (5.0.4)

式中：$m\_{f}$ 批量换算强度平均值(MPa)，精确至0.1MPa；

 *n* 所有受检构件的测区数总和；

 $f\_{i}$ 第i个测区的岩石抗压强度换算值；

 $s\_{f}$ 批量换算强度的标准差(MPa)，精确至0.01MPa；

 $δ$ 批量换算强度的变异系数。

**5.0.4** 批量检测岩石抗压强度时，同一批次岩石构件的岩石抗压强度推定区间上限值和下限值应按下列公式计算：

$f\_{u}=m\_{f}-k\_{0.05,u}s\_{f}$ (5.0.5)

$f\_{l}=m\_{f}-k\_{0.05,l}s\_{f}$ (5.0.6)

式中：$f\_{u}$ 推定区间上限值，精确至0.1MPa；

 $f\_{l}$ 推定区间下限值，精确至0.1MPa；

 $k\_{0.05,u}、k\_{0.05,l}$ 标准差未知时推定区间上限值系数和下限值系数。

**5.0.5** 推定区间限值系数可查询表5.0.4，宜按照推定区间的置信度为0.90，并使错判概率和漏判概率均为0.05的要求查询。特殊情况下，推定区间的置信度可为0.85，使漏判概率为0.10，错判概率仍为0.05。

表5.0.4标准差未知时计量抽样和分层计量抽样的推定区间限值系数

|  |  |
| --- | --- |
| 样本容量 | 标准差未知时推定区间上限值与下限值系数 |
| 0.5分位值 | 0.05分位值 |
| $$k\_{0.5}$$（0.05） | $$k\_{0.5}$$（0.1） | $$k\_{0.05,u}$$（0.05） | $$k\_{0.05,l}$$（0.05） | $$k\_{0.05,u}$$（0.1） | $$k\_{0.05,l}$$（0.1） |
| 30 | 0.31022 | 0.23943 | 1.24981 | 2.21984 | 1.33175 | 2.07982 |
| 31 | 0.30484 | 0.23536 | 1.25540 | 2.20800 | 1.33625 | 2.07113 |
| 32 | 0.29973 | 0.23148 | 1.26075 | 2.19682 | 1.34055 | 2.06292 |
| 33 | 0.29487 | 0.22779 | 1.26588 | 2.18625 | 1.34467 | 2.05514 |
| 34 | 0.29024 | 0.22428 | 1.27079 | 2.17623 | 1.34862 | 2.04776 |
| 35 | 0.28582 | 0.22092 | 1.27551 | 2.16672 | 1.35241 | 2.04075 |
| 36 | 0.28160 | 0.21770 | 1.28004 | 2.15768 | 1.35605 | 2.03407 |
| 37 | 0.27755 | 0.21463 | 1.28441 | 2.14906 | 1.35955 | 2.02771 |
| 38 | 0.27368 | 0.21168 | 1.28861 | 2.14085 | 1.36292 | 2.02164 |
| 39 | 0.26997 | 0.20884 | 1.29266 | 2.13300 | 1.36617 | 2.01583 |
| 40 | 0.26640 | 0.20612 | 1.29657 | 2.12549 | 1.36931 | 2.01027 |
| 41 | 0.26297 | 0.20351 | 1.30035 | 2.11831 | 1.37233 | 2.00494 |
| 42 | 0.25967 | 0.20099 | 1.30399 | 2.11142 | 1.37526 | 1.99983 |
| 43 | 0.25650 | 0.19856 | 1.30752 | 2.10481 | 1.37809 | 1.99493 |
| 44 | 0.25343 | 0.19622 | 1.31094 | 2.09846 | 1.38083 | 1.99021 |
| 45 | 0.25047 | 0.19396 | 1.31425 | 2.09235 | 1.38348 | 1.98567 |
| 46 | 0.24762 | 0.19177 | 1.31746 | 2.08648 | 1.38605 | 1.98130 |
| 47 | 0.24486 | 0.18966 | 1.32058 | 2.08081 | 1.38854 | 1.97708 |
| 48 | 0.24219 | 0.18761 | 1.32360 | 2.07535 | 1.39096 | 1.97302 |
| 49 | 0.23960 | 0.18563 | 1.32653 | 2.07008 | 1.39331 | 1.96909 |
| 50 | 0.23710 | 0.18372 | 1.32939 | 2.06499 | 1.39559 | 1.96529 |
| 60 | 0.21574 | 0.16732 | 1.35412 | 2.02216 | 1.41536 | 1.93327 |
| 70 | 0.19927 | 0.15466 | 1.37364 | 1.98987 | 1.43095 | 1.90903 |
| 80 | 0.18608 | 0.14449 | 1.38959 | 1.96444 | 1.44366 | 1.88988 |
| 90 | 0.17521 | 0.13610 | 1.40294 | 1.94376 | 1.45429 | 1.87428 |
| 100 | 0.16604 | 0.12902 | 1.41433 | 1.92654 | 1.46335 | 1.86125 |
| 110 | 0.15818 | 0.12294 | 1.42421 | 1.91191 | 1.47121 | 1.85017 |
| 120 | 0.15133 | 0.11764 | 1.43289 | 1.89929 | 1.47810 | 1.84059 |

**5.0.5** 对按批量检测的构件，当该批构件岩石换算强度的变异系数大于15%时，不宜进行批量评定。

**附录A 砂岩测区岩石抗压强度换算表**

**表A****砂岩测区岩石抗压强度换算表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) |
| 30.0 | 68.1  | 34.0  | 70.8  | 38.0  | 73.9  |
| 30.1 | 68.1  | 34.1  | 70.9  | 38.1  | 74.0  |
| 30.2 | 68.2  | 34.2  | 70.9  | 38.2  | 74.1  |
| 30.3 | 68.3  | 34.3  | 71.0  | 38.3  | 74.2  |
| 30.4 | 68.3  | 34.4  | 71.1  | 38.4  | 74.3  |
| 30.5 | 68.4  | 34.5  | 71.1  | 38.5  | 74.4  |
| 30.6 | 68.5  | 34.6  | 71.2  | 38.6  | 74.5  |
| 30.7 | 68.5  | 34.7  | 71.3  | 38.7  | 74.5  |
| 30.8 | 68.6  | 34.8  | 71.4  | 38.8  | 74.6  |
| 30.9 | 68.6  | 34.9  | 71.4  | 38.9  | 74.7  |
| 31.0 | 68.7  | 35.0  | 71.5  | 39.0  | 74.8  |
| 31.1 | 68.8  | 35.1  | 71.6  | 39.1  | 74.9  |
| 31.2 | 68.8  | 35.2  | 71.7  | 39.2  | 75.0  |
| 31.3 | 68.9  | 35.3  | 71.8  | 39.3  | 75.1  |
| 31.4 | 69.0  | 35.4  | 71.8  | 39.4  | 75.2  |
| 31.5 | 69.0  | 35.5  | 71.9  | 39.5  | 75.3  |
| 31.6 | 69.1  | 35.6  | 72.0  | 39.6  | 75.4  |
| 31.7 | 69.2  | 35.7  | 72.1  | 39.7  | 75.4  |
| 31.8 | 69.2  | 35.8  | 72.1  | 39.8  | 75.5  |
| 31.9 | 69.3  | 35.9  | 72.2  | 39.9  | 75.6  |
| 32.0 | 69.4  | 36.0  | 72.3  | 40.0  | 75.7  |
| 32.1 | 69.4  | 36.1  | 72.4  | 40.1  | 75.8  |
| 32.2 | 69.5  | 36.2  | 72.5  | 40.2  | 75.9  |
| 32.3 | 69.6  | 36.3  | 72.5  | 40.3  | 76.0  |
| 32.4 | 69.6  | 36.4  | 72.6  | 40.4  | 76.1  |
| 32.5 | 69.7  | 36.5  | 72.7  | 40.5  | 76.2  |
| 32.6 | 69.8  | 36.6  | 72.8  | 40.6  | 76.3  |
| 32.7 | 69.9  | 36.7  | 72.9  | 40.7  | 76.4  |
| 32.8 | 69.9  | 36.8  | 72.9  | 40.8  | 76.5  |
| 32.9 | 70.0  | 36.9  | 73.0  | 40.9  | 76.6  |
| 33.0 | 70.1  | 37.0  | 73.1  | 41.0  | 76.7  |
| 33.1 | 70.1  | 37.1  | 73.2  | 41.1  | 76.8  |
| 33.2 | 70.2  | 37.2  | 73.3  | 41.2  | 76.9  |
| 33.3 | 70.3  | 37.3  | 73.4  | 41.3  | 76.9  |
| 33.4 | 70.3  | 37.4  | 73.4  | 41.4  | 77.0  |
| 33.5 | 70.4  | 37.5  | 73.5  | 41.5  | 77.1  |
| 33.6 | 70.5  | 37.6  | 73.6  | 41.6  | 77.2  |
| 33.7 | 70.6  | 37.7  | 73.7  | 41.7  | 77.3  |
| 33.8 | 70.6  | 37.8  | 73.8  | 41.8  | 77.4  |
| 33.9 | 70.7  | 37.9  | 73.9  | 41.9  | 77.5  |
| 42.0  | 77.6  | 46.0  | 82.0  | 50.0  | 81.0  |
| 42.1  | 77.7  | 46.1  | 81.0  | 55.0  | 81.0  |
| 42.2  | 77.8  | 46.2  | 81.0  | 60.0  | 81.0  |
| 42.3  | 77.9  | 46.3  | 81.0  | 65.0  | 81.0  |
| 42.4  | 78.0  | 46.4  | 81.0  | 70.0  | 81.0  |
| 42.5  | 78.1  | 46.5  | 81.0  | 75.0  | 81.0  |
| 42.6  | 78.2  | 46.6  | 81.0  | 80.0  | 81.0  |
| 42.7  | 78.3  | 46.7  | 81.0  | - | - |

**续表A砂岩测区岩石抗压强度换算表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) |
| 42.8  | 78.4  | 46.8  | 82.9  | - | - |
| 42.9  | 78.6  | 46.9  | 81.0  | - | - |
| 43.0  | 78.7  | 47.0  | 81.0  | - | - |
| 43.1  | 78.8  | 47.1  | 81.0  | - | - |
| 43.2  | 78.9  | 47.2  | 81.0  | - | - |
| 43.3  | 79.0  | 47.3  | 81.0  | - | - |
| 43.4  | 79.1  | 47.4  | 81.0  | - | - |
| 43.5  | 79.2  | 47.5  | 81.0  | - | - |
| 43.6  | 79.3  | 47.6  | 83.9  | - | - |
| 43.7  | 79.4  | 47.7  | 81.0  | - | - |
| 43.8  | 79.5  | 47.8  | 81.0  | - | - |
| 43.9  | 79.6  | 47.9  | 81.0  | - | - |
| 44.0  | 79.7  | 48.0  | 81.0  | - | - |
| 44.1  | 79.8  | 48.1  | 81.0  | - | - |
| 44.2  | 79.9  | 48.2  | 81.0  | - | - |
| 44.3  | 80.0  | 48.3  | 81.0  | - | - |
| 44.4  | 80.1  | 48.4  | 84.9  | - | - |
| 44.5  | 80.3  | 48.5  | 81.0  | - | - |
| 44.6  | 80.4  | 48.6  | 81.0  | - | - |
| 44.7  | 80.5  | 48.7  | 81.0  | - | - |
| 44.8  | 80.6  | 48.8  | 81.0  | - | - |
| 44.9  | 80.7  | 48.9  | 81.0  | - | - |
| 45.0  | 80.8  | 49.0  | 81.0  | - | - |
| 45.1  | 80.9  | 49.1  | 81.0  | - | - |
| 45.2  | 81.0  | 49.2  | 85.9  | - | - |
| 45.3  | 81.0  | 49.3  | 81.0  | - | - |
| 45.4  | 81.0  | 49.4  | 81.0  | - | - |
| 45.5  | 81.0  | 49.5  | 81.0  | - | - |
| 45.6  | 81.0  | 49.6  | 81.0  | - | - |
| 45.7  | 81.0  | 49.7  | 81.0  | - | - |
| 45.8  | 81.0  | 49.8  | 81.0  | - | - |
| 45.9  | 81.0  | 49.9  | 81.0  | - | - |

**附录B 大理岩测区岩石抗压强度换算表**

**表B****大理岩测区岩石抗压强度换算表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) |
| 30.0  | 91.8  | 34.0  | 92.8  | 38.0  | 93.9  |
| 30.1  | 91.8  | 34.1  | 92.8  | 38.1  | 93.9  |
| 30.2  | 91.8  | 34.2  | 92.8  | 38.2  | 94.0  |
| 30.3  | 91.9  | 34.3  | 92.8  | 38.3  | 94.0  |
| 30.4  | 91.9  | 34.4  | 92.9  | 38.4  | 94.0  |
| 30.5  | 91.9  | 34.5  | 92.9  | 38.5  | 94.1  |
| 30.6  | 91.9  | 34.6  | 92.9  | 38.6  | 94.1  |
| 30.7  | 91.9  | 34.7  | 92.9  | 38.7  | 94.1  |
| 30.8  | 92.0  | 34.8  | 93.0  | 38.8  | 94.1  |
| 30.9  | 92.0  | 34.9  | 93.0  | 38.9  | 94.2  |
| 31.0  | 92.0  | 35.0  | 93.0  | 39.0  | 94.2  |
| 31.1  | 92.0  | 35.1  | 93.1  | 39.1  | 94.2  |
| 31.2  | 92.1  | 35.2  | 93.1  | 39.2  | 94.3  |
| 31.3  | 92.1  | 35.3  | 93.1  | 39.3  | 94.3  |
| 31.4  | 92.1  | 35.4  | 93.1  | 39.4  | 94.3  |
| 31.5  | 92.1  | 35.5  | 93.2  | 39.5  | 94.4  |
| 31.6  | 92.2  | 35.6  | 93.2  | 39.6  | 94.4  |
| 31.7  | 92.2  | 35.7  | 93.2  | 39.7  | 94.4  |
| 31.8  | 92.2  | 35.8  | 93.3  | 39.8  | 94.5  |
| 31.9  | 92.2  | 35.9  | 93.3  | 39.9  | 94.5  |
| 32.0  | 92.3  | 36.0  | 93.3  | 40.0  | 94.5  |
| 32.1  | 92.3  | 36.1  | 93.3  | 40.1  | 94.6  |
| 32.2  | 92.3  | 36.2  | 93.4  | 40.2  | 94.6  |
| 32.3  | 92.3  | 36.3  | 93.4  | 40.3  | 94.6  |
| 32.4  | 92.4  | 36.4  | 93.4  | 40.4  | 94.7  |
| 32.5  | 92.4  | 36.5  | 93.5  | 40.5  | 94.7  |
| 32.6  | 92.4  | 36.6  | 93.5  | 40.6  | 94.7  |
| 32.7  | 92.4  | 36.7  | 93.5  | 40.7  | 94.8  |
| 32.8  | 92.5  | 36.8  | 93.5  | 40.8  | 94.8  |
| 32.9  | 92.5  | 36.9  | 93.6  | 40.9  | 94.8  |
| 33.0  | 92.5  | 37.0  | 93.6  | 41.0  | 94.9  |
| 33.1  | 92.5  | 37.1  | 93.6  | 41.1  | 94.9  |
| 33.2  | 92.6  | 37.2  | 93.7  | 41.2  | 94.9  |
| 33.3  | 92.6  | 37.3  | 93.7  | 41.3  | 95.0  |
| 33.4  | 92.6  | 37.4  | 93.7  | 41.4  | 95.0  |
| 33.5  | 92.6  | 37.5  | 93.7  | 41.5  | 95.1  |
| 33.6  | 92.7  | 37.6  | 93.8  | 41.6  | 95.1  |
| 33.7  | 92.7  | 37.7  | 93.8  | 41.7  | 95.1  |
| 33.8  | 92.7  | 37.8  | 93.8  | 41.8  | 95.2  |
| 33.9  | 92.7  | 37.9  | 93.9  | 41.9  | 95.2  |
| 42.0  | 95.2  | 46.0  | 96.8  | 50.0  | 98.6  |
| 42.1  | 95.3  | 46.1  | 96.8  | 55.0  | 98.6  |
| 42.2  | 95.3  | 46.2  | 96.9  | 60.0  | 98.6  |
| 42.3  | 95.3  | 46.3  | 96.9  | 65.0  | 98.6  |
| 42.4  | 95.4  | 46.4  | 97.0  | 70.0  | 98.6  |
| 42.5  | 95.4  | 46.5  | 97.0  | 75.0  | 98.6  |
| 42.6  | 95.4  | 46.6  | 97.0  | 80.0  | 98.6  |
| 42.7  | 95.5  | 46.7  | 97.1  | - | - |

**续表B大理岩测区岩石抗压强度换算表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) |
| 42.8  | 95.5  | 46.8  | 97.1  | - | - |
| 42.9  | 95.6  | 46.9  | 97.2  | - | - |
| 43.0  | 95.6  | 47.0  | 97.2  | - | - |
| 43.1  | 95.6  | 47.1  | 97.3  | - | - |
| 43.2  | 95.7  | 47.2  | 97.3  | - | - |
| 43.3  | 95.7  | 47.3  | 97.3  | - | - |
| 43.4  | 95.7  | 47.4  | 97.4  | - | - |
| 43.5  | 95.8  | 47.5  | 97.4  | - | - |
| 43.6  | 95.8  | 47.6  | 97.5  | - | - |
| 43.7  | 95.9  | 47.7  | 97.5  | - | - |
| 43.8  | 95.9  | 47.8  | 97.6  | - | - |
| 43.9  | 95.9  | 47.9  | 97.6  | - | - |
| 44.0  | 96.0  | 48.0  | 97.7  | - | - |
| 44.1  | 96.0  | 48.1  | 97.7  | - | - |
| 44.2  | 96.1  | 48.2  | 97.7  | - | - |
| 44.3  | 96.1  | 48.3  | 97.8  | - | - |
| 44.4  | 96.1  | 48.4  | 97.8  | - | - |
| 44.5  | 96.2  | 48.5  | 97.9  | - | - |
| 44.6  | 96.2  | 48.6  | 97.9  | - | - |
| 44.7  | 96.3  | 48.7  | 98.0  | - | - |
| 44.8  | 96.3  | 48.8  | 98.0  | - | - |
| 44.9  | 96.3  | 48.9  | 98.1  | - | - |
| 45.0  | 96.4  | 49.0  | 98.1  | - | - |
| 45.1  | 96.4  | 49.1  | 98.2  | - | - |
| 45.2  | 96.5  | 49.2  | 98.2  | - | - |
| 45.3  | 96.5  | 49.3  | 98.3  | - | - |
| 45.4  | 96.5  | 49.4  | 98.3  | - | - |
| 45.5  | 96.6  | 49.5  | 98.4  | - | - |
| 45.6  | 96.6  | 49.6  | 98.4  | - | - |
| 45.7  | 96.7  | 49.7  | 98.5  | - | - |
| 45.8  | 96.7  | 49.8  | 98.5  | - | - |
| 45.9  | 96.7  | 49.9  | 98.6  | - | - |

**附录C 花岗岩测区岩石抗压强度换算表**

**表C****花岗岩测区岩石抗压强度换算表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) | 测区平均回弹值$R\_{m}$ | 测区岩石抗压强度换算值$f\_{i}$(MPa) |
| 40.0  | 145.9  | 44.0  | 161.9  | 48.0  | 180.5  |
| 40.1  | 146.2  | 44.1  | 162.3  | 48.1  | 181.0  |
| 40.2  | 146.6  | 44.2  | 162.7  | 48.2  | 181.5  |
| 40.3  | 147.0  | 44.3  | 163.2  | 48.3  | 182.1  |
| 40.4  | 147.4  | 44.4  | 163.6  | 48.4  | 182.6  |
| 40.5  | 147.7  | 44.5  | 164.0  | 48.5  | 183.1  |
| 40.6  | 148.1  | 44.6  | 164.5  | 48.6  | 183.6  |
| 40.7  | 148.5  | 44.7  | 164.9  | 48.7  | 184.1  |
| 40.8  | 148.9  | 44.8  | 165.4  | 48.8  | 184.6  |
| 40.9  | 149.3  | 44.9  | 165.8  | 48.9  | 185.1  |
| 41.0  | 149.6  | 45.0  | 166.3  | 49.0  | 185.7  |
| 41.1  | 150.0  | 45.1  | 166.7  | 49.1  | 186.2  |
| 41.2  | 150.4  | 45.2  | 167.2  | 49.2  | 186.7  |
| 41.3  | 150.8  | 45.3  | 167.6  | 49.3  | 187.3  |
| 41.4  | 151.2  | 45.4  | 168.1  | 49.4  | 187.8  |
| 41.5  | 151.6  | 45.5  | 168.5  | 49.5  | 188.3  |
| 41.6  | 152.0  | 45.6  | 169.0  | 49.6  | 188.9  |
| 41.7  | 152.4  | 45.7  | 169.4  | 49.7  | 189.4  |
| 41.8  | 152.8  | 45.8  | 169.9  | 49.8  | 189.9  |
| 41.9  | 153.2  | 45.9  | 170.4  | 49.9  | 190.5  |
| 42.0  | 153.6  | 46.0  | 170.8  | 50.0  | 191.0  |
| 42.1  | 154.0  | 46.1  | 171.3  | 50.1  | 191.6  |
| 42.2  | 154.4  | 46.2  | 171.8  | 50.2  | 192.1  |
| 42.3  | 154.8  | 46.3  | 172.2  | 50.3  | 192.7  |
| 42.4  | 155.2  | 46.4  | 172.7  | 50.4  | 193.2  |
| 42.5  | 155.6  | 46.5  | 173.2  | 50.5  | 193.8  |
| 42.6  | 156.0  | 46.6  | 173.7  | 50.6  | 194.3  |
| 42.7  | 156.4  | 46.7  | 174.1  | 50.7  | 194.9  |
| 42.8  | 156.8  | 46.8  | 174.6  | 50.8  | 195.4  |
| 42.9  | 157.2  | 46.9  | 175.1  | 50.9  | 196.0  |
| 43.0  | 157.6  | 47.0  | 175.6  | 51.0  | 196.6  |
| 43.1  | 158.0  | 47.1  | 176.1  | 51.1  | 197.1  |
| 43.2  | 158.5  | 47.2  | 176.6  | 51.2  | 197.7  |
| 43.3  | 158.9  | 47.3  | 177.0  | 51.3  | 198.3  |
| 43.4  | 159.3  | 47.4  | 177.5  | 51.4  | 198.9  |
| 43.5  | 159.7  | 47.5  | 178.0  | 51.5  | 199.4  |
| 43.6  | 160.1  | 47.6  | 178.5  | 51.6  | 200.0  |
| 43.7  | 160.6  | 47.7  | 179.0  | 55.0  | 200.0  |
| 43.8  | 161.0  | 47.8  | 179.5  | 60.0  | 200.0  |
| 43.9  | 161.4  | 47.9  | 180.0  | 80.0  | 200.0  |

**附录D 花岗岩测区岩石抗压强度换算表**

**表D****花岗岩测区岩石抗压强度换算表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 岩类 | 岩石名称 | 密度（g/cm3） | 抗压强度（MPa） |
| 岩浆岩 | 花岗岩 | 2.63～2.732.80～3.103.10～3.30 | 75～110120～180180～200 |
| 正长岩 | 2.52.7～2.82.8～3.3 | 80～100120～180180～250 |
| 闪长岩 | 2.5～2.92.9～3.3 | 120～200200～250 |
| 斑岩 | 2.8 | 160 |
| 安山岩玄武岩 | 2.5～2.72.7～3.3 | 120～160160～250 |
| 辉绿岩 | 2.72.9 | 160～180200～250 |
| 流纹岩 | 2.5～3.3 | 120～250 |
| 变质岩 | 花岗片麻岩 | 2.7～2.9 | 180～200 |
| 片麻岩 | 2.52.6～2.8 | 80～100140～180 |
| 石英岩 | 2.612.8～3.0 | 87200～360 |
| 大理岩 | 2.5～3.3 | 70～140 |
| 千枚岩板岩 | 2.5～3.3 | 120～140 |
| 沉积岩 | 凝灰岩 | 2.5～3.3 | 120～250 |
| 火山角砾岩火山集块岩 | 2.5～3.3 | 120～250 |
| 砾岩 | 2.2～2.52.8～2.92.9～3.3 | 40～100120～160160～250 |
| 石英砂岩 | 2.6～2.71 | 60～102.5 |
| 砂岩 | 1.2～1.52.2～3.0 | 4.5～1047～180 |
| 片状砂岩碳质砂岩碳质页岩黑页岩带状页岩 | 2.762.2～3.02.0～2.62.711.55～1.65 | 80～13050～14025～8066～1306～8 |
| 砂质页岩云母页岩 | 2.3～2.6 | 60～120 |

**续表D花岗岩测区岩石抗压强度换算表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 岩类 | 岩石名称 | 密度（g/cm3） | 抗压强度（MPa） |
| 沉积岩 | 软页岩 | 1.8～2.0 | 20 |
| 页岩 | 2.0～2.7 | 20～40 |
| 泥灰岩 | 2.3～2.352.5 | 3.5～2040～60 |
| 黑泥灰岩 | 2.2～2.3 | 25～30 |
| 石灰岩 | 1.7～2.22.2～2.52.5～2.753.1 | 10～1725～5570～128180～200 |
| 白云岩 | 2.2～2.72.7～3.0 | 40～120120～140 |

**附录E 实验室测试岩石抗压强度试验方法**

**E.0.1** 岩石抗压强度可通过单轴抗压强度试验的方法获取。

**E.0.2** 试件可用钻孔岩心或岩块制备，可制备成圆柱体或立方体，尺寸应符合下列要求：

1 当制备成圆柱体时，圆柱体试件直径宜为48mm~54mm，试件高度与直径之比宜为2.0~2.5；

2 当制备成立方体时，边长宜为70mm，也可采用表E.0.2中所列尺寸，但应对试验结果乘以相应的换算系数。

**表E.0.2石材强度试验立方体尺寸与对应的换算系数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 立方体边长(mm) | 200 | 150 | 100 | 70 | 50 |
| 换算系数 | 1.43 | 1.28 | 1.14 | 1 | 0.86 |

**E.0.3** 试验在压力试验机上进行，应以每秒0.5MPa~1.0MPa的速度加载至试件破坏。

**E.0.4** 同种岩石类型、同样含水状态的岩石试件，每组数量应为3个，取三个试件的破坏强度平均值作为该组样品的岩石抗压强度。

**本规程用词说明**

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

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

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 规程中指定应按其他有关标准、规范执行时，其写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

**引用标准名录**

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068

《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344

《回弹仪》GB/T 9138

《回弹仪》JJG 817

**中国工程建设标准化协会标准**

**回弹法检测岩石抗压强度技术规程**

Technical specification for inspecting of rock compressive strength by rebound method

**T/CECS xxx—20XX**

# 条文说明

**制定说明**

本规程制定过程中，编制组广泛的调查研究，总结了我国工程建设领域的实践经验，同时参考了国内外先进技术法规、技术标准等。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《回弹法检测岩石抗压强度技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

[1 总 则 22](#_Toc163831636)

[3 回弹仪 23](#_Toc163831637)

[3.1 技术要求 23](#_Toc163831638)

[4 检测技术 24](#_Toc163831639)

[4.1 一般规定 24](#_Toc163831640)

[4.2 回弹值测量 24](#_Toc163831641)

[5 回弹值计算与强度推定 25](#_Toc163831642)

1. **总 则**

**1.0.1** 回弹法检测混凝土、砖、砂浆等建筑材料抗压强度的方法在我国已有数十年的历史，应用广泛，被接受程度较高。使用回弹仪进行现场检测，确定岩石类构件抗压强度的方法，目前已有较多学者进行了研究，且已在国外相关标准得到采纳。提供回弹仪检测方法，保证检测精度是本规程制定的目的。

**1.0.2** 本条规定了本规程应用场景。其它应用场景可参照执行，如隧道工程中岩石抗压强度检测等。

1. **回弹仪**

**3.1 技术要求**

**3.1.1** 目前国内数字式回弹仪技术上已经较为成熟，使用数字回弹仪可提高工作效率，减少人为操作上产生的误差。

**3.1.2** 因回弹仪为计量仪器，故规定本条内容。

**3.1.3** 当前主流应用于岩石抗压强度检测的回弹仪包括两种类型，标称能量分别为0.735J和2.207J，对于两种回弹仪的优劣国内外许多学者进行了比较，意见并不统一，现有实践中两种标称能量的回弹仪均有相当数量的研究者予以采用。编制组在编制本规程的试验研究中发现，两种不同标称能量的回弹仪在数值离散性方面的表现相差不大，但由于本规程的应用场景中，包含了相当多文物建筑、历史建筑中石质构件的检测场景，经试验对比发现，标称能量为2.207J的回弹仪在检测中往往会在石构件表面留下较为明显的检测痕迹，对检测对象的风貌有一定影响，也更易造成脆性石材的断裂，因此本规程采用标称能量为0.735J的回弹仪，后续强度推定也基于此类回弹仪的试验结果。

1. **检测技术**

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 岩石类型对于岩石回弹强度的推定至关重要，此处岩石类型指代岩浆岩、变质岩和沉积岩等岩类。

**4.1.2** 本条借鉴了《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23-2011的相关规定，该标准已被广大检测从业人员熟悉，参照该标准进行石质构件的回弹检测，更易被接受。考虑到实际检测中，相比于混凝土工程，石质构件中尺寸较小的情况更多，例如石柱、石柱础、石门框、石台明等，且现有研究表明石构件回弹数据的均匀性较好，因此将单构件的测区要求从10个和5个减少到5个和3个，此规定同时有利于减小对石质文物的影响。

**4.1.3** 本条借鉴了《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23-2011的相关规定，检测时受检构件应为清洁、平整、具备检测条件的构件，不应有明显的病害损伤。

**4.2 回弹值测量**

**4.2.2** 对于回弹测试方法国内外研究者意见分歧较大，测区内测点数量从10次到20次不等，且与回弹值计算方法有关。编制组通过对比试验推荐采用每测区16测点方式，与混凝土检测方法一致，更易被检测人员接受。

**4.2.3** 国内外大部分研究者均采用此方法，但有部分研究者推荐采用重复回弹方法。考虑到重复回弹方法的准确性当前难以确定，且可能造成较深的回弹痕迹，因此本规程仍推荐单次弹击方法。

1. **回弹值计算与强度推定**

**5.0.1** 回弹值的计算方法也有较多种，目前没有统一标准，编制组参考了其他国外标准和国内外研究者成果，通过对不同种类岩石的回弹数据处理分析，对比了以下几种回弹值计算方式：直接取平均、去除若干最大及最小值后取平均、取若干最大数值取平均。对比结果发现各种方法的最终代表值相差不大，其中去除若干最大及最小值后取平均的方式略优于其他方法，有利于去除回弹中的显著不合理数值，因此推荐采用本条规定中的方法，本方法与现行混凝土回弹方法一致。

**5.0.2** 编制组选取了三类常用于建（构）筑物和桥梁结构的岩石类型进行回弹和单轴抗压试验，分别为岩浆岩、变质岩和沉积岩，具体岩石名称分别为花岗岩、大理岩和砂岩，均为最常使用的岩石类型。抗压强度试验结果与《工程地质手册》以及其他研究者的试验结果进行了对比，可发现各类典型岩石类型的强度区间比较具有规律性，基本可以确定，应用于工程中的花岗岩、大理岩、砂岩的抗压强度区间分别为120 MPa ~200MPa、70 MPa ~140MPa、47 MPa ~180MPa，现有的换算值分别基于141组砂岩样品、128组大理岩样品和110组花岗岩样品及其所对应回弹数据的试验结果，通过回归拟合确定的。由于岩石种类非常繁多，现有数据尚不能覆盖所有岩种，因此建议当对花岗岩、大理岩、砂岩以外的岩石进行检测时，可按照同岩类表格查询。同时，当前也有研究者对所在地区的岩石回弹进行了试验和公式推定，如相关研究成果的可靠性较强，也可按照地区或专用公式获得强度推定值。总之，岩石回弹方法具有一定的可靠性，但仍需要进行大量的试验研究工作对方法进行完善。

**5.0.4** 批量检测岩石抗压强度宜给出推定区间。对于岩石回弹的现场检测，参考《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068、《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344等标准的规定，按照总体均值和标准差未知的情况，用非中心参数为*δ*的*t*分布并根据样本数据确定分位数的方法，计算推定区间上下限。

**5.0.5** 变异系数过大表明该批样本可能并非来自同一母体，应分析离散性过大的原因，细分检验批或增大样本数量。