

UDC

中华人民共和国行业标准



JGJ/T 384-2016
备案号 J 2211-2016

P

钻芯法检测混凝土强度技术规范

Technical specification for

testing concrete strength with drilled core method

2016-06-14 发布

2016-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

统一书号: 15112·28865
定 价: 10.00 元



1511228865



中华人民共和国行业标准

钻芯法检测混凝土强度技术规范

Technical specification for
testing concrete strength with drilled core method

JGJ/T 384 - 2016

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2016年12月1日

中国建筑工业出版社

2016 北京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公告

第 1113 号

住房和城乡建设部关于发布行业标准 《钻芯法检测混凝土强度技术规程》的公告

现批准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》为行业标准，编号为 JGJ/T 384-2016，自 2016 年 12 月 1 日起实施。
本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2016 年 6 月 14 日

中华人民共和国行业标准

钻芯法检测混凝土强度技术规程

Technical specification for

testing concrete strength with drilled core method

JGJ/T 384 - 2016

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：1% 字数：35 千字

2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月第一次印刷

定价：10.00 元

统一书号：15112·28865

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2013 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2013]6 号)的要求, 规程编制组经广泛调查研究, 认真总结实践经验, 参考有关国际标准和国外先进标准, 并在广泛征求意见的基础上, 编制了本规程。

本规程的主要技术内容是: 1 总则; 2 术语和符号; 3 检测设备; 4 芯样钻取; 5 芯样加工和试件; 6 抗压强度检测; 7 劈裂抗拉强度检测; 8 抗折强度检测。

本规程由住房和城乡建设部负责管理, 由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议, 请寄送中国建筑科学研究院(地址: 北京市北三环东路 30 号, 邮政编码: 100013)。

本 规 程 主 编 单 位: 中国建筑科学研究院

江苏兴邦建工集团有限公司

本 规 程 参 编 单 位: 山东省建筑科学研究院

河北省建筑科学研究院

江苏省建筑科学研究院

重庆市建筑科学研究院

中国建筑第四工程局有限公司

江苏科永和工程建设质量检测鉴定中心有限公司

北京市建设工程安全质量监督总站

北京市房屋安全管理事务中心

北京市建设监理协会

中铁建设集团有限公司

中电投工程研究检测评定中心

主 要 参 与 编 制 人 员: 徐 勇 邱小芸 徐学勇 施永明
崔上起 顾瑞南 顾瑞南 林文修
林力勋 韩 放 杨秀云 冷 涛
张元勃 钱增志 翟传明 仇新刚
孔旭文 颜内山 王 枫 徐立斌
郭尊亮 唐 坤 周 浪 林尧坤
罗惠玲 李兆胜
本 规 程 主 要 审 查 人 员: 徐天平 崔文青 吴晓广
徐有邻 杨 威 王方波 任学斌
文先琪 赵考重 李延和

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3 检测设备	4
4 芯样钻取	5
5 芯样加工和试件	7
6 抗压强度检测	9
6.1 一般规定	9
6.2 芯样试件试验和抗压强度值计算	9
6.3 混凝土抗压强度推定值	10
6.4 钻芯修正法	11
7 劈裂抗压强度检测	13
7.1 一般规定	13
7.2 芯样试件试验和劈裂抗压强度值计算	13
7.3 混凝土劈裂抗压强度推定值	13
8 抗折强度检测	16
附录 A 推定区间系数表	17
附录 B 芯样试件抗折强度测试方法	19
本规程用词说明	21
引用标准名录	22
附：条文说明	23

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms and Symbols	2
2.1 Terms	2
2.2 Symbols	3
3 Testing Equipment	4
4 Drilled Core	5
5 Cured Core and Core Specimen	7
6 Test on Compressive Strength	9
6.1 General Requirements	9
6.2 Test Requirements and Calculation of Compressive Strength	9
6.3 Estimated Compressive Strength of Concrete	10
6.4 Corrected Amount	11
7 Test on Splitting Tensile Strength	13
7.1 General Requirements	13
7.2 Test Requirements and Calculation of Splitting Tensile Strength	13
7.3 Estimated Splitting Tensile Strength of Concrete	13
8 Test on Rupture Strength	16
Appendix A Coefficient List of Estimated Interval	17
Appendix B Test Method on Rupture Strength of Core Specimen	19
Explanation of Wordings in This Specification	21
List of Quoted Standards	22
Addition: Explanation of Provisions	23

1 总 则

- 1.0.1** 为规范钻芯法检测混凝土强度技术，保证检测精度，制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于钻芯法检测普通混凝土的抗压强度、劈裂抗拉强度和抗折强度。
- 1.0.3** 钻芯法检测混凝土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。

从结构或构件中钻取并加工制作作为符合一定要求的混凝土圆柱体试件。

2.1.10 检测批 inspection lot

混凝土强度等级、生产工艺、原材料、配合比、成型工艺、养护条件基本相同，由一定数量构件构成的检测对象。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 钻芯法 drilled core method

从结构或构件中钻取圆柱状试件得到在检测龄期混凝土强度的方法。

2.1.2 芯样试件抗压强度值 compressive strength of core specimen
由芯样试件得到相当于边长为 150mm 立方体试件的混凝土抗压强度。

2.1.3 芯样试件劈裂抗拉强度值 splitting tensile strength of core specimen
由芯样试件得到相当于边长为 150mm 立方体试件的混凝土劈裂抗拉强度。

2.1.4 芯样试件抗折强度值 rupture strength of core specimen
由芯样试件得到相当于边长为 150mm × 150mm × 600mm 的棱柱体试件的混凝土抗折强度。

2.1.5 混凝土强度推定值 estimated strength of concrete
混凝土强度分布中的 0.05 分位值的估计值。

2.1.6 构件混凝土强度代表值 representative strength of concrete member
单个构件混凝土强度实测值的均值。

2.1.7 置信度 confidence level
被测试量的真值落在某一区间的概率。

2.1.8 推定区间 estimated interval
被测试量的真值落在指定置信度的范围，该范围由用于强度推定的上限值和下限值界定。

2.1.9 芯样试件 core specimen

2.2 符号

2.2.1 材料强度

f_{cm} 间接方法得到的混凝土抗压强度换算值；

$f_{cu,c}$ 混凝土抗压强度推定值；

$f_{cu,cor}$ 芯样试件抗压强度值；

$f_{cu,del}$ 混凝土抗压强度的推定上限值；

$f_{cu,del,2}$ 混凝土抗压强度的推定下限值；

$f_{t,c}$ 混凝土劈裂抗拉强度推定值；

$f_{t,cor}$ 芯样试件劈裂抗拉强度值；

$f_{t,cor}$ 芯样试件抗折强度值。

2.2.2 几何尺寸

A 芯样试件的截面面积；

d 芯样试件的平均直径；

H 芯样试件的高度。

2.2.3 计算参数

F 芯样试件的破坏荷载；

s 芯样试件强度样本的标准差；

k_1, k_2 推定区间上限值系数和下限值系数；

β 芯样试件强度换算系数；

Δf 修正量。

3 检测设备

- 3.0.1 用于钻取芯样、芯样加工和测量的检测设备及仪器均应有产品合格证，计量器具经检定或校准，并应在有效期内使用。
- 3.0.2 钻芯机应具有足够的刚度，操作灵活，固定和移动方便，并应有水冷却系统。
- 3.0.3 钻取芯样时应采用人造金刚石薄壁钻头。钻头胎体不得有裂缝、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形。
- 3.0.4 锯切芯样时使用的锯切机和磨平芯样的磨平机，应具有冷却系统和牢固夹紧芯样的装置；配套使用的人造金刚石圆锯片应有足够的刚度；锯切芯样宜使用双刀锯切机。
- 3.0.5 用于芯样端面加工的补平装置，应保证芯样的端面平整，并应保证芯样端面与芯样轴线垂直。
- 3.0.6 探测钢筋位置的钢筋探测仪，应适用于现场操作，最大探测深度不应小于 60mm，探测位置偏差不宜大于 3mm。
- 3.0.7 在钻芯工作完毕后，应对钻芯机和芯样加工设备进行维修保养。

4 芯样钻取

- 4.0.1 采用钻芯法检测结构或构件混凝土强度前，宜具备下列资料信息：
 - 1 工程名称及设计、施工、监理和建设单位名称；
 - 2 结构或构件种类、外形尺寸及数量；
 - 3 设计混凝土强度等级；
 - 4 浇筑日期、配合比通知单和强度试验报告；
 - 5 结构或构件质量状况和施工记录；
 - 6 有关的结构设计施工图等。
- 4.0.2 芯样宜在结构或构件的下列部位钻取：
 - 1 结构或构件受力较小的部位；
 - 2 混凝土强度具有代表性的部位；
 - 3 便于钻芯机安放与操作的部位；
 - 4 宜采用钢筋探测仪测试或局部剔凿的方法避开主筋、预埋件和管线。
- 4.0.3 在构件上钻取多个芯样时，芯样宜取自不同部位。
- 4.0.4 钻芯机就位并安放平稳后，应将钻芯机固定。固定的方法应根据钻芯机的构造和施工现场的具体情况确定。
- 4.0.5 钻芯机在未安装钻头之前，应先通电确认主轴的旋转方向为顺时针方向。
- 4.0.6 钻芯时用于冷却钻头和排除混凝土碎屑的冷却水的流量宜为 $3\text{L}/\text{min} \sim 5\text{L}/\text{min}$ 。
- 4.0.7 钻取芯样时宜保持匀速钻进。
- 4.0.8 芯样应进行标记，钻取部位应予以记录。芯样高度及质量不能满足要求时，则应重新钻取芯样。
- 4.0.9 芯样应采取保护措施，避免在运输和贮存中损坏。

4.0.10 钻芯后留下的孔洞应及时进行修补。

4.0.11 钻芯操作应遵守国家有关安全生产和劳动保护的规定，并应遵守钻芯现场安全生产的有关规定。

5 芯样加工和试件

5.0.1 从结构或构件中钻取的混凝土芯样应加工成符合本章规定的芯样试件。

5.0.2 抗压芯样试件的高径比(H/d)宜为1；劈裂抗拉芯样试件的高径比(H/d)宜为2，且任何情况下不应小于1；抗折芯样试件的高径比(H/d)宜为3.5。

5.0.3 抗压芯样试件内不宜含有钢筋，也可有一根直径不大于10mm的钢筋，且钢筋应与芯样试件的轴线垂直并离开端面10mm以上；劈裂抗拉芯样试件在劈裂破坏面内不应含有钢筋；抗折芯样试件内不应有纵向钢筋。

5.0.4 锯切后的芯样应按下列规定进行端面处理：

1 抗压芯样试件的端面处理，可采取在磨平机上磨平端面的处理方法，也可采用硫黄胶泥或环氧胶泥补平，补平层厚度不宜大于2mm。抗压强度低于30MPa的芯样试件，不宜采用磨平端面的处理方法；抗压强度高于60MPa的芯样试件，不宜采用硫黄胶泥或环氧胶泥补平的处理方法。

2 劈裂抗拉芯样试件和抗折芯样试件的端面处理，宜采取在磨平机上磨平端面的处理方法。

5.0.5 在试验前应按下列规定测量芯样试件的尺寸：

1 平均直径应用游标卡尺在芯样试件上部、中部和下部相互垂直的两个位置上共测量六次，取测量的算术平均值作为芯样试件的直径，精确至0.5mm；

2 芯样试件高度可用钢卷尺或钢板尺进行测量，精确至1.0mm；

3 垂直度应用游标量角器测量芯样试件两个端面与母线的夹角，取最大值作为芯样试件的垂直度，精确至0.1°；

4 平整度可用钢板尺或角尺紧靠在芯样试件承压面(线)上,一面转动钢板尺,一面用塞尺测量钢板尺与芯样试件承压面(线)之间的缝隙,取最大缝隙为芯样试件的平整度;也可采用其他专用设备进行测量。

5.0.6 芯样试件尺寸偏差及外观质量出现下列情况时,相应的芯样试件不宜进行试验:

- 1 抗压芯样试件的实际高径比(H/d)小于要求高径比的0.95或大于1.05;
- 2 抗压芯样试件端面与轴线的不垂直度超过 1° ;
- 3 抗压芯样试件端面的平整度在每100mm长度内超过0.1mm,劈裂抗拉和抗折芯样试件承压线的不平整度在每100mm长度内超过0.25mm;
- 4 沿芯样试件高度的任一直径与平均直径相差超过1.5mm;
- 5 芯样有较大缺陷。

6 抗压强度检测

6.1 一般规定

6.1.1 钻芯法可用于确定检测批或单个构件的混凝土抗压强度推定值,也可用于钻芯修正方法修正间接强度检测方法得到的混凝土抗压强度换算值。

6.1.2 抗压芯样试件宜使用直径为100mm的芯样,且其直径不宜小于骨料最大粒径的3倍;也可采用小直径芯样,但其直径不应小于70mm且不得小于骨料最大粒径的2倍。

6.2 芯样试件试验和抗压强度值计算

6.2.1 芯样试件应在自然干燥状态下进行抗压试验。当结构工作条件比较潮湿,需要确定潮湿状态下混凝土的抗压强度时,芯样试件宜在 $20^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}$ 的清水中浸泡40h~48h,从水中取出后应去除表面水渍,并立即进行试验。

6.2.2 芯样试件抗压试验的操作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中对立方体试件抗压试验的规定。

6.2.3 芯样试件抗压强度值可按下式计算:

$$f_{\text{m,cor}} = \beta_c F_c / A_c \quad (6.2.3)$$

式中: $f_{\text{m,cor}}$ 芯样试件抗压强度值(MPa),精确至0.1MPa;

F_c 芯样试件抗压试验的破坏荷载(N);

A_c 芯样试件抗压截面积(mm^2);

β_c 芯样试件强度换算系数,取1.0。

6.2.4 当有可靠试验依据时,芯样试件强度换算系数 β_c 也可根据混凝土原材料和施工工艺情况通过试验确定。

6.3 混凝土抗压强度推定值

6.3.1 钻芯法确定检测批的混凝土抗压强度推定值时，取样应遵守下列规定：

1 芯样试件的数量应根据检测批的容量确定。直径 100mm 的芯样试件的最小样本量不宜小于 15 个，小直径芯样试件的最小样本量不宜小于 20 个。

2 芯样应从检测批的结构构件中随机抽取，每个芯样宜取自一个构件或结构的局部部位，取芯位置尚应符合本规程第 1.0.2 条的规定。

6.3.2 检测批混凝土抗压强度的推定值应按下列方法确定：

1 检测批的混凝土抗压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：

$$f_{\text{min},1} = f_{\text{cu,cor},m} - k_1 S_{\text{cu}} \quad (6.3.2-1)$$

$$f_{\text{min},2} = f_{\text{cu,cor},m} - k_2 S_{\text{cu}} \quad (6.3.2-2)$$

$$f_{\text{cu,cor},m} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{\text{cu,cor},i}}{n} \quad (6.3.2-3)$$

$$S_{\text{cu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{\text{cu,cor},i} - f_{\text{cu,cor},m})^2}{n-1}} \quad (6.3.2-4)$$

式中： $f_{\text{cu,cor},m}$ 芯样试件抗压强度平均值 (MPa)，精确

至 0.1MPa；

$f_{\text{cu,cor},i}$ 单个芯样试件抗压强度值 (MPa)，精确

至 0.1MPa；

$f_{\text{cu},1}$ 混凝土抗压强度推定上限值 (MPa)，精确

至 0.1MPa；

$f_{\text{cu},2}$ 混凝土抗压强度推定下限值 (MPa)，精确

至 0.1MPa；

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 A 查得；

S_{cu} 芯样试件抗压强度样本的标准差 (MPa)，精确至 0.01MPa。

2 $f_{\text{min},1}$ 和 $f_{\text{min},2}$ 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。 $f_{\text{min},1}$ 与 $f_{\text{min},2}$ 之间的差值不宜大于 5.0MPa 和 0.10 $f_{\text{cu,cor},m}$ 两者的较大值。

3 $f_{\text{min},1}$ 与 $f_{\text{min},2}$ 之间的差值大于 5.0MPa 和 0.10 $f_{\text{cu,cor},m}$ 两者的较大值时，可适当增加样本容量，或重新划分检测批，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。

5 宜以 $f_{\text{min},1}$ 作为检测批混凝土强度的推定值。

6.3.3 钻芯法确定检测批混凝土抗压强度推定值时，可剔除芯样试件抗压强度样本中的异常值。剔除规则应按现行国家标准《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 18833 规定执行。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_{cu} 进行符合实际情况的修正或调整。

6.3.4 钻芯法确定单个构件混凝土抗压强度推定值时，芯样试件的数量不应少于 3 个；钻芯对构件工作性能影响较大的小尺寸构件，芯样试件的数量不得少于 2 个。单个构件的混凝土抗压强度推定值不再进行数据的舍弃，而应按芯样试件混凝土抗压强度值中的最小值确定。

6.3.5 钻芯法确定构件混凝土抗压强度代表值时，芯样试件的数量宜为 3 个，应取芯样试件抗压强度值的算术平均值作为构件混凝土抗压强度代表值。

6.4 钻芯修正法

6.4.1 对间接测强方法进行钻芯修正时，宜采用修正量的方法，也可采用其他形式的修正方法。

6.4.2 当采用修正量的方法时，芯样试件的数量和取芯位置应符合下列规定：

1 直径100mm 芯样试件的数量不应少于6个，小直径芯样试件的数量不应少于9个；

2 当采用的间接检测方法为无损检测方法时，钻芯位置应与间接检测方法相应的测区重合；

3 当采用的间接检测方法对结构构件有损伤时，钻芯位置应布置在相应测区的附近。

6.4.3 钻芯修正可按式(6.4.3-1)计算，修正量 Δf 可按式(6.4.3-2)计算。

$$f_{\text{cor},\text{c}}^* = f_{\text{m},\text{c}}^* + \Delta f \quad (6.4.3-1)$$

$$\Delta f = f_{\text{m,cor,m}}^* - f_{\text{m,m}}^* \quad (6.4.3-2)$$

式中： Δf 修正量(MPa)，精确至0.1MPa；

$f_{\text{m},\text{c}}^*$ 修正后的换算强度(MPa)，精确至0.1MPa；

$f_{\text{m,m}}^*$ 修正前的换算强度(MPa)，精确至0.1MPa；

$f_{\text{m,cor,m}}^*$ 芯样试件抗压强度平均值(MPa)，精确至0.1MPa；

$f_{\text{m,m}}^*$ 所用间接检测方法对应芯样测区的换算强度的算术平均值(MPa)，精确至0.1MPa。

7 劈裂抗拉强度检测

7.1 一般规定

7.1.1 钻芯法可用于确定检测批或单个构件的混凝土劈裂抗拉强度推定值。

7.1.2 劈裂抗拉芯样试件宜使用直径为100mm的芯样，且其直径不宜小于骨料最大粒径的3倍。

7.2 芯样试件试验和劈裂抗拉强度值计算

7.2.1 芯样试件的试验状态应符合本规程第6.2.1条的规定。

7.2.2 芯样试件劈裂抗拉试验的操作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中对圆柱体试件劈裂抗拉试验的规定。

7.2.3 芯样试件劈裂抗拉强度值可按下式计算：

$$f_{\text{t,cor}} = 0.637\beta_1 F_1 / A_1 \quad (7.2.3)$$

式中： $f_{\text{t,cor}}$ 芯样试件劈裂抗拉强度值(MPa)，精确至0.01MPa；

F_1 芯样试件劈裂抗拉试验的破坏荷载(N)；

A_1 芯样试件劈裂面积(mm²)；

β_1 芯样试件强度换算系数，取0.95。

7.2.4 当有可靠试验依据时，芯样试件强度换算系数 β_1 也可根据混凝土原材料和施工工艺情况通过试验确定。

7.3 混凝土劈裂抗拉强度推定值

7.3.1 钻芯法确定检测批的混凝土劈裂抗拉强度推定值时，取样应遵守下列规定：

1 芯样试件的数量应根据检测批的容量确定。但芯样试件

的最小样本量不应小于 10 个。

2 取样的方式和位置应符合本规程第 6.3.1 条第 2 款的规定。

7.3.2 检测批混凝土劈裂抗拉强度的推定值应按下列方法确定：

1 检测批的混凝土劈裂抗拉强度推定值应按下列方法确定：

$$f_{t,cl} = f_{t,cor,m} - k_1 s_t \quad (7.3.2-1)$$

$$f_{t,cd} = f_{t,cor,m} - k_2 s_t \quad (7.3.2-2)$$

$$f_{t,cor,m} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{t,cor,i}}{n} \quad (7.3.2-3)$$

$$s_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{t,cor,i} - f_{t,cor,m})^2}{n-1}} \quad (7.3.2-4)$$

式中： $f_{t,cor,m}$ 芯样试件劈裂抗拉强度平均值(MPa)，精确至 0.01MPa；

$f_{t,cor,i}$ 单个芯样试件劈裂抗拉强度值(MPa)，精确至 0.01MPa；

$f_{t,cl}$ 混凝土劈裂抗拉强度推定上限值(MPa)，精确至 0.01MPa；

$f_{t,cd}$ 混凝土劈裂抗拉强度推定下限值(MPa)，精确至 0.01MPa；

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 A 查得；

s_t 芯样试件劈裂抗拉强度样本的标准差(MPa)，精确至 0.01MPa。

2 $f_{t,cl}$ 和 $f_{t,cd}$ 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。

3 当 $f_{t,cl}$ 与 $f_{t,cd}$ 之间的差值不大于 $0.15f_{t,cor,m}$ 时，宜以 $f_{t,cl}$ 作为检测批混凝土劈裂抗拉强度的推定值。

4 当 $f_{t,cl}$ 与 $f_{t,cd}$ 之间的差值大于 $0.15f_{t,cor,m}$ 时，检测批混凝土劈裂抗拉强度的推定值可取芯样试件劈裂抗拉强度的最小值。

7.3.3 钻芯法确定检测批混凝土劈裂抗拉强度推定值时，芯样试件劈裂抗拉强度样本中异常值的剔除和标准差 s_t 的修正或调整应符合本规程第 6.3.3 条的规定。

7.3.4 钻芯法确定单个构件的混凝土劈裂抗拉强度推定值时，芯样试件的数量不应少于 3 个。单个构件的混凝土劈裂抗拉强度推定值不再进行数据的舍弃，而应按芯样试件混凝土劈裂抗拉强度中的最小值确定。

7.3.5 钻芯法确定构件混凝土劈裂抗拉强度代表值时，芯样试件的数量宜为 3 个，应取芯样试件劈裂抗拉强度值的算术平均值作为构件混凝土劈裂抗拉强度代表值。

8 抗折强度检测

- 8.0.1** 钻芯法可用于确定构件的混凝土抗折强度推定值。
- 8.0.2** 抗折芯样试件宜使用直径为 100mm 的芯样，且其直径不宜小于骨料最大粒径的 3 倍。
- 8.0.3** 芯样试件的试验状态应符合本规程第 6.2.1 条的规定。
- 8.0.4** 芯样试件抗折强度值测试方法可按本规程附录 B 测定。
- 8.0.5** 钻芯法确定单个构件混凝土抗折强度推定值时，芯样试件的数量不应少于 3 个。单个构件的混凝土抗折强度推定值不再进行数据的舍弃，而应按芯样试件混凝土抗折强度值中的最小值确定。
- 8.0.6** 钻芯法确定构件混凝土抗折强度代表值时，芯样试件的数量宜为 3 个，应取芯样试件抗折强度值的算术平均值作为构件混凝土抗折强度代表值。

附录 A 推定区间系数表

A.0.1 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。

A.0.2 试件数与上限值系数 k_1 、下限值系数 k_2 的关系可按表 A.0.2 取值。

表 A.0.2 上、下限值系数表

试件数 n	$k_1(0.05)$	$k_2(0.05)$	$k_1(0.10)$	$k_2(0.10)$	试件数 n	$k_1(0.05)$	$k_2(0.05)$	$k_1(0.10)$	$k_2(0.10)$
10	1.01730	2.91096	2.56837	2.56837	25	1.21739	2.29167	2.13229	2.13229
11	1.01127	2.81199	2.50262	2.50262	26	1.22155	2.27330	2.12037	2.12037
12	1.00247	2.73631	2.41825	2.41825	27	1.23135	2.26005	2.10921	2.10921
13	1.08111	2.67050	2.40210	2.40210	28	1.23780	2.24778	2.09881	2.09881
14	1.09818	2.61113	2.36311	2.36311	29	1.24395	2.23211	2.08903	2.08903
15	1.11397	2.56600	2.32898	2.32898	30	1.24981	2.21981	2.07982	2.07982
16	1.12812	2.52366	2.29900	2.29900	31	1.25510	2.20800	2.07113	2.07113
17	1.14112	2.48626	2.27210	2.27210	32	1.26075	2.19682	2.06292	2.06292
18	1.15311	2.45295	2.24862	2.24862	33	1.26588	2.18625	2.05511	2.05511
19	1.16423	2.42301	2.22720	2.22720	34	1.27079	2.17623	2.04776	2.04776
20	1.17458	2.39600	2.20778	2.20778	35	1.27551	2.16672	2.04075	2.04075
21	1.18425	2.37112	2.19007	2.19007	36	1.28001	2.15768	2.03407	2.03407
22	1.19330	2.34896	2.17385	2.17385	37	1.28411	2.14906	2.02771	2.02771
23	1.20181	2.32832	2.15891	2.15891	38	1.28861	2.14085	2.02161	2.02161
24	1.20982	2.30929	2.14510	2.14510	39	1.29266	2.13300	2.01583	2.01583

续表 A.0.2

试件数 n	$k_1(0.05)$	$k_2(0.05)$	$k_3(0.05)$	$k_4(0.10)$	试件数 n	$k_1(0.05)$	$k_2(0.05)$	$k_3(0.05)$	$k_4(0.10)$
10	1.29677	2.12549	2.01027	2.01027	100	1.11433	1.92631	1.89125	1.89125
11	1.30035	2.11831	2.00191	2.00191	110	1.12421	1.91191	1.85917	1.85917
12	1.30339	2.11112	1.99883	1.99883	120	1.13289	1.89929	1.84059	1.84059
13	1.30752	2.10481	1.99493	1.99493	130	1.14060	1.88827	1.82222	1.82222
14	1.31091	2.09846	1.99024	1.99024	140	1.14750	1.87852	1.82181	1.82181
15	1.31425	2.09235	1.98567	1.98567	150	1.15372	1.86981	1.81820	1.81820
16	1.31746	2.08648	1.98130	1.98130	160	1.15938	1.86203	1.81225	1.81225
17	1.32058	2.08081	1.97708	1.97708	170	1.16456	1.85497	1.80686	1.80686
18	1.32360	2.07535	1.97302	1.97302	180	1.16931	1.84851	1.80196	1.80196
19	1.32653	2.07008	1.96909	1.96909	190	1.17370	1.84265	1.79746	1.79746
20	1.32939	2.06499	1.96529	1.96529	200	1.17777	1.83721	1.79332	1.79332
30	1.35112	2.02216	1.93327	1.93327	250	1.19113	1.81547	1.77667	1.77667
40	1.37361	1.98987	1.90903	1.90903	300	1.50687	1.79961	1.76151	1.76151
50	1.38959	1.96444	1.88988	1.88988	400	1.52453	1.77776	1.74773	1.74773
60	1.40291	1.94376	1.87428	1.87428	500	1.53671	1.76305	1.73611	1.73611

附录 B 芯样试件抗折强度测试方法

- B.0.1** 芯样试件抗折强度测试方法可用于测定芯样试件抗折强度值。
- B.0.2** 芯样试件除应符合本规程第 1 章的有关规定外，在长向中部 1/3 区段内不得有表面直径超过 5mm、深度超过 2mm 的孔洞。
- B.0.3** 芯样试件抗折强度试验采用的试验设备(图 B.0.3)和加载速度可按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 中抗折强度试验的相关规定执行。

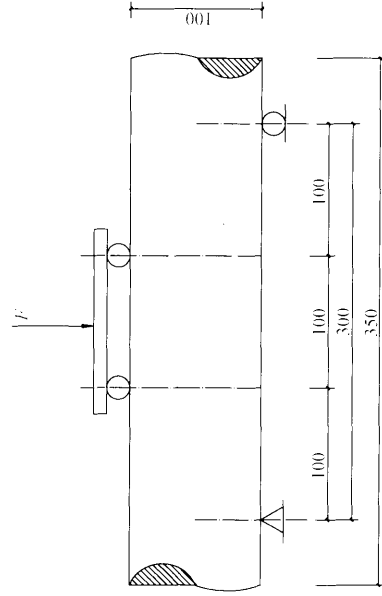


图 B.0.3 抗折试验设备(单位: mm)

- B.0.4** 芯样试件的支座和加载头应采用直径为 20mm~40mm、长度不小于 100mm 的硬钢圆柱，且硬钢圆柱与芯样试件的接触点应稳定。
- B.0.5** 应记录芯样试件在试验破坏荷载作用下其下边缘断裂位置。

B.0.6 当芯样试件下边缘断裂位置处于两个集中荷载作用线之外，则该试件试验无效；当芯样试件下边缘断裂位置处于两个集中荷载作用线之间，则芯样试件抗折强度值可按下式计算：

$$f_{t,cor} = 1.2F_t / A_t \quad (\text{B.0.6})$$

式中： $f_{t,cor}$ 芯样试件抗折强度值(MPa)，精确至0.1MPa；

F_t 芯样试件抗折试验的破坏荷载(N)；

A_t 芯样试件抗折面积(mm²)；

β 芯样试件强度换算系数。

B.0.7 芯样试件强度换算系数 β 应为同条件养护同龄期150mm×150mm×600mm的棱柱体试件与芯样试件抗折强度的比值，应根据混凝土原材料和施工工艺情况通过试验确定。

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”。
- 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”。

中华人民共和国行业标准

钻芯法检测混凝土强度技术规程

JGJ/T 384 - 2016

条文说明

引用标准名录

- 1 《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081)
- 2 《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 1883)

制 订 说 明

《钻芯法检测混凝土强度技术规范》JGJ/T 384-2016, 经住房和城乡建设部 2016 年 6 月 11 日以第 1143 号公告批准、发布。

本规程编制过程中, 编制组开展了大量试验研究, 总结了工程实践经验, 吸收了国内外有关科技成果, 取得了钻芯法检测混凝土强度的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用的本规程时能正确理解和执行条文规定, 《钻芯法检测混凝土强度技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文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。

目 次

1 总则	26
3 检测设备	27
4 芯样钻取	28
5 芯样加工和试件	29
6 抗压强度检测	30
6.1 一般规定	30
6.2 芯样试件试验和抗压强度值计算	30
6.3 混凝土抗压强度推定值	31
6.1 钻芯修正法	32
7 劈裂抗压拉强度检测	34
7.1 一般规定	34
7.2 芯样试件试验和劈裂抗压拉强度值计算	34
7.3 混凝土劈裂抗压拉强度推定值	34
8 抗折强度检测	35

1 总 则

1.0.1 本规程编制的宗旨是扩大钻芯法检测混凝土强度技术的应用范围,提高检测结果的可信程度。本规程引进了 ISO 等国际组织提出的测量结果不确定度的概念,体现了检测结果的可信程度。

1.0.2 本规程编制组进行了立方体抗压强度 f_{cu} 为 10MPa~100MPa 普通混凝土芯样试件的试验研究,基本覆盖我国常用混凝土强度的要求。当钻芯法与回弹法、超声法、超声回弹法或后装拔出法等混凝土强度间接测试方法配合使用时,可用芯样抗压强度值对其他间接测试方法的结果进行修正。

1.0.3 混凝土强度的检验与评定应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定执行,钻芯法检测混凝土强度不应代替现行标准规定的混凝土强度检验评定方法。

3 检测 设备

3.0.1~3.0.5 钻芯机、锯切机等检测设备的技术性能直接影响芯样的质量,影响到芯样试件强度样本的标准差,因此每台设备均应行产品合格证并满足相应的要求。

3.0.6 钢筋探测仪在钻芯工作中主要用于确定混凝土中钢筋的位置,避免钻芯过程中损伤钢筋,保证钻芯取样的顺利实施。目前国产和进口的钢筋探测仪的性能基本上都能满足本条提出的技术要求,对探测位置偏差限值的要求与现行行业标准《混凝土中钢筋检测技术规程》JGJ/T 152 的规定一致。

3.0.7 为了保证钻芯机、锯切机等设备的正常工作,除应定期检修外,每次钻芯工作结束后,应及时卸下钻头、胀卡等零部件,仔细擦去污物水渍,并应在齿条、导轨等处涂油防锈。

4 芯样钻取

- 4.0.1** 本条提出了在钻芯前需要了解的一些关于结构或构件混凝土质量的主要内容,以便为钻芯工作的顺利开展和后期准确换算芯样强度创造有利条件。
- 4.0.2** 合理选择钻芯位置可减小测试误差,尽可能减小对结构造成损伤。
- 4.0.3** 对单个构件钻取多个芯样时,对取样的代表性提出要求。如可在构件的上部、中部或下部分别取样。
- 4.0.4** 在钻芯过程中,如固定不稳,钻机容易发生晃动和位移,这不仅影响芯样质量,还会影响钻芯机和钻头的使用寿命,容易发生卡钻或芯样折断。
- 4.0.5** 在没有安装钻头之前,应先通电确认主轴旋转方向是否正确。如果先安装钻头后通电试验,一旦方向相反则主轴与接头变成退扣旋转,容易把钻头甩掉而造成事故。
- 4.0.6** 钻机必须通冷却水才能达到冷却钻头和排出混凝土碎屑的目的。在高温下会使金刚石钻头烧损,混凝土碎屑不能及时排除不仅会加速钻头的磨损,还会影响进钻速度和芯样表面质量。
- 4.0.7** 采用较高的进钻速度会加大芯样的损伤,因此应控制进钻速度。
- 4.0.8** 本条强调对芯样应进行标记和记录,防止芯样位置出现混乱,对结构或构件混凝土强度的评定造成影响。
- 4.0.10** 钻取芯样后的构件应及时对孔洞进行修补,以保证结构的工作性能。如设计有要求时,应按设计要求进行修补;如无特殊要求时,宜采用比该构件的混凝土设计强度高一个等级的膨胀卵石混凝土进行修补。

5 芯样加工和试件

- 5.0.1** 混凝土芯样加工后的平整度、垂直度、端面处理情况等均会对芯样强度产生影响,故本条强调了混凝土芯样的加工应符合本规程要求。
- 5.0.2** 芯样试件高径比是根据对结构实体检测的可操作性并结合标准试件的尺寸综合确定的,本规程编制组通过大量的试验对其可靠性进行了验证。受检测构件尺寸影响,劈裂抗拉芯样试件的高径比可适当降低,但最小不应小于1。
- 5.0.3** 抗压芯样试件内含钢筋,往往会对芯样抗压强度值产生影响,故本条规定抗压芯样试件内不宜含有钢筋。但受现场条件限制,如构件钢筋较密、钢筋埋置较深、取芯位置受限等情况,取芯时很难完全避开钢筋。通过以往的对比试验分析,当抗压芯样试件内有一根直径不大于10mm的钢筋,且钢筋应与芯样试件的轴线垂直并离开端面10mm以上时,对芯样抗压强度值无明显影响。
- 5.0.4** 对芯样试件端面加工提出要求。锯切后芯样的端面感观上比较平整,但一般不能符合抗压试件的要求。山东省建筑科学研究院的试验研究表明,锯切芯样的抗压强度比端面加工后芯样试件的抗压强度约降低10%~30%。
- 5.0.5** 钻芯过程中,由于受钻机振动、钻头偏摆等因素的影响,芯样的直径在各个方向并不均匀,故用平均直径表示。由于芯样高度对强度的影响与截面积相比要小,故精度放宽到1.0mm。
- 5.0.6** 对芯样试件提出相应要求,目的是减小测试偏差和样本的标准差。芯样中的缺边、掉角等小缺陷允许进行修补,但对于有裂缝或修补后的芯样强度损失难以估算时,不宜作为试验用的试件。

6 抗压强度检测

6.1 一般规定

6.1.1 检测结果的不确定性(偏差)源于系统、随机和检测操作三个方面。钻芯法检测混凝土抗压强度的系统偏差较小,而强度样本的标准差相对较大(随机性偏差与样本的容量少有关)。间接检测方法可以获得较多检测数据,样本的标准差可能与检验批混凝土强度的实际情况比较接近。钻芯法与间接检测方法结合使用,有利于扬长避短,减少检测工作的不确定性。

6.1.2 根据本规程编制组的大量试验研究和国内其他的试验研究数据,在抗压试验中,使用直径为100mm的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100mm的芯样试件确定混凝土抗压强度值。编制组的试验结果表明,直径70mm~75mm芯样试件抗压强度值的平均值与100mm的芯样试件抗压强度值的平均值基本相当。因此,当构件中钢筋较密、构件较小或钻孔孔径对构件工作性能有较大影响时,允许使用小直径芯样试件。

6.2 芯样试件试验和抗压强度值计算

6.2.1 芯样试件一般应在自然干燥的状态下进行试验。芯样试件的含水量对强度有一定影响,含水愈多则强度愈低。一般来说,强度等级高的混凝土强度降低较少,强度等级低的混凝土强度降低较多。因此建议自然干燥状态与潮湿状态两种试验情况。

6.2.2 芯样试件进行抗压试验时,对于压力机及压板的精度要求和试验步骤,与立方体试件是一样的,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)中的立方体试件抗压试验方法进行。

6.2.3 根据本规程编制组的试验研究,直径为100mm的芯样试件的抗压强度与同条件养护龄期150mm立方体试件的抗压强度基本相当,有时立方体试件的抗压强度略高,有时芯样试件的抗压强度略高。关于小直径芯样试件,高径比为1:1时,直径为70mm~75mm芯样试件的抗压强度与直径为100mm的芯样试件的抗压强度基本相当。因此本规程提出使用式(6.2.3)的强度计算公式。

国内也有一些单位的研究表明:有的小直径芯样的抗压强度高,有的小直径芯样的抗压强度低。本规程编制组认为,芯样试件的抗压强度与芯样钻取时混凝土的龄期和强度、混凝土的种类、原材料的种类、进钻速度、试件加工的质量等多种因素有关。这类问题可按本规程第6.2.1条的规定处理。

有些检测机构提出:将计算强度除以0.88的系数得到标准立方体试件的抗压强度。本编制组的试验研究表明:同品种混凝土的标准养护立方体试件抗压强度与自然养护构件中钻取的直径为100mm的芯样试件的抗压强度之间没有固定的换算关系,有时前者略高,有时后者略高。

6.2.4 我国地域辽阔,混凝土品种较多,各检测单位芯样试件加工水平不同,因此按照同一规律从混凝土芯样抗压强度值得出结构或构件混凝土强度必然会出现系统不确定性问题。因此本规程规定,当有可靠试验依据时,方可对强度计算公式进行调整,得出适合本地区的强度计算公式。此时,检测机构应事先向委托方明确所使用的计算公式。

6.3 混凝土抗压强度推定值

6.3.1 根据本规程编制组的大量试验研究并结合工程实例,提出了直径为100mm的芯样试件的最小样本容量,这与欧洲有关标准的规定相一致。合理划分检测批并确定合适的芯样试件数量是满足本规程第6.3.2条关于推定区间要求的重要保证。

6.3.2 本条对检测批混凝土抗压强度推定值的确定进行了规定:

1 检测批混凝土抗压强度的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检测批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。推定区间是对检测批混凝土相应强度真值的估计区间。按规定给出的推定区间应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的相关规定。

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 Δ_k , $\Delta_k = (k_2 - k_1) s_m$ 。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 以检测批混凝土抗压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,应符合现行国家标准《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或构件混凝土的实际强度,一般略低于实际强度。

6.3.3 异常数据的舍弃应有一定的规则,本条提供了异常数据的舍弃标准。本规程编制组大量试验研究的结果表明:芯样试件的抗压强度样本的标准差一般大于立方体试件的标准差,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。

6.3.4 本条对钻芯法确定单个构件混凝土抗压强度推定值的最小芯样数量进行规定。综合考虑工程检测的可操作性和检测结果的可操作性,采用了目前较为常用的以最小值作为推定值的评定方法。

6.3.5 本条对钻芯法确定构件混凝土抗压强度代表值的芯样数量和方法进行规定。构件混凝土抗压强度代表值可用于既有结构的构件承载力的评定,不用于混凝土强度的合格评定。

6.4 钻芯修正法

6.4.1 混凝土强度修正一般采用修正量和修正系数两种方法,本

条建议钻芯修正采用修正量的方法。修正实际上是对观测的两个均值进行比较,修正量的概念与国家标准《数据的统计处理和解释 在成对观测值情形下两个均值的比较》GB 3361 的概念相符。欧洲标准《Assessment of concrete compressive strength in structures or in structural elements》EN 13791 也采取修正量的方法。修正量方法只对间接方法测得的混凝土强度的平均值进行修正,不修正标准差 s_m , 因此可能更适合钻芯法的特点。

6.4.2 本条提出钻芯修正所需芯样试件的数量要求,与现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50314 的要求一致;并对芯样钻取原则和部位提出要求。

7 劈裂抗拉强度检测

7.1 一般规定

7.1.1 现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010)提供的混凝土抗拉强度设计值是根据试验数据进行统计分析,由立方体抗压强度换算而来,但不同工程实体混凝土的这种换算关系存在较大差异。通过从结构实体中钻取芯样直接进行试验获得的劈裂抗拉强度值将更加可靠。

7.1.2 根据本规程编制组的大量试验研究数据,在劈裂抗拉试验中,使用直径为100mm的芯样试件样本的标准差相对较小,试验结果稳定。

7.2 芯样试件试验和劈裂抗拉强度值计算

7.2.2 芯样试件进行劈裂抗拉试验时,试验设备、步骤及加荷方式等均应按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081)中的圆柱体试件劈裂抗拉试验方法进行。

7.2.3 根据本规程编制组的大量试验研究数据,同条件养护同龄期150mm立方体试块的劈裂抗拉强度与直径为100mm的芯样试件的劈裂抗拉强度的比值总体约为0.95。因此本规程对立方面体试块的劈裂抗拉强度计算公式中乘以强度换算系数0.95,作为直径为100mm的芯样试件的劈裂抗拉强度计算公式。

7.3 混凝土劈裂抗拉强度推定值

7.3.1 本条提出了芯样试件的最小样本容量。

7.3.2 本条对检测批混凝土劈裂抗拉强度推定值的确定进行了规定。

7.3.4 本条对钻芯法确定单个构件混凝土劈裂抗拉强度推定值的最小芯样数量和方法进行了规定。

8 抗折强度检测

8.0.1 目前结构实体的混凝土抗折强度一般是通过切割并加工为棱柱体试件进行试验确定,或通过劈裂抗拉强度进行换算得到抗折强度。直接取样进行棱柱体抗折试验较为困难,而由劈裂抗拉强度换算得到抗折强度存在较多的不确定性。故通过从结构实体中钻取芯样直接进行试验获得的抗折强度值将更加可靠。

8.0.2 根据本规程编制组的大量试验研究数据,在抗折试验中,使用直径为100mm的芯样试件的试验结果稳定,试验数据的相关性较好。

8.0.5 本条对钻芯法确定单个构件混凝土抗折强度推定值的最小芯样数量和方法进行了规定。