

CECS 03:88

中国工程建设标准化委员会标准

钻芯法检测 混凝土强度技术规范

TECHNICAL SPECIFICATION FOR
TESTING CONCRETE STRENGTH
WITH DRILLED CORE

CHINA COMMITTEE FOR ENGINEERING
CONSTRUCTION STANDARDIZATION

中国工程建设标准化委员会标准

钻芯法检测
混凝土强度技术规程

CECS 03:88

主编单位：中国建筑科学研究院

批准单位：中国工程建设标准化委员会

批准日期：1988 年 11 月 22 日

1989 北京

前 言

钻芯法检测混凝土强度，是近年来国外推行较广的一种半破损检测结构中混凝土强度的有效方法。我国自1981年起开始在工程中应用，取得了比较好的效果，并积累了一定的经验。目前，这种方法已经在北京、天津、上海、西安、南京、成都、山西等广大地区使用，已成为检验和处理工程事故的重要方法之一。为了统一检验程序和强度换算原则，提高检验结果的可靠性和可比性，原城乡建设环境保护部于1984年以城科学153号文，委托中国建筑科学研究院会同有关单位进行本规程的编写工作。经过多次征求意见和修改，最后由建筑工程标准研究中心组织审查定稿。

根据国家计委计标〔1986〕1649号文“关于请中国工程建设标准化委员会组织推荐性工程建设标准试点工作的通知”，并建设部领导同意，将《钻芯法检测混凝土强度技术规范》纳入中国工程建设标准化委员会标准计划，并负责审批和组织实施。

现批准《钻芯法检测混凝土强度技术规范》为中国工程建设标准化委员会标准，编号为CECS 03:88，并推荐给工程建设有关单位检测混凝土强度时使用。在使用过程中，如发现需要修改补充之处，请将意见和有关资料寄北京安外小黄庄中国建筑科学研究院建筑结构研究所。

中国工程建设标准化委员会

1988年11月22日

主要符号

d ——芯样试件的平均直径;
 F ——芯样试件抗压试验测得的最大压力;
 f_{cu}^c ——芯样试件混凝土强度换算值;
 f_{cor} ——芯样试件混凝土强度值;
 f_{cor} (干) ——干芯样试件混凝土强度;
 f_{cor} (湿) ——湿芯样试件混凝土强度;
 f_{cu} ——立方体混凝土试块强度值;
 α ——不同高径比芯样试件混凝土强度换算系数。

目 录

主要符号	(75)
第一章 总 则	(76)
第二章 主要设备	(77)
第三章 芯样钻取	(78)
第四章 芯样加工及技术要求	(80)
第五章 抗压强度试验	(82)
第六章 芯样混凝土强度的计算	(83)
附录一 试验报告中应记载的内容	(84)
附录二 芯样端面补平方法	(85)
附录三 本规程用词说明	(87)
附加说明	(88)

第一章 总 则

第二章 主要设备

第1.0.1条 本规程适用于从混凝土结构中钻取芯样，以测定普通混凝土的强度。

第1.0.2条 钻芯法检测混凝土强度主要用于下列情况：

- 一、对试块抗压强度的测试结果有怀疑时；
- 二、因材料、施工或养护不良而发生混凝土质量问题时；
- 三、混凝土遭受冻害、火灾、化学侵蚀或其他损害时；
- 四、需检测经多年使用的建筑结构或构筑物中混凝土强度时。

第1.0.3条 对混凝土强度等级低于C10的结构，不宜采用钻芯法检测。

第1.0.4条 钻芯机具的操作及芯样加工，应由熟练的工作人员完成，并应遵守国家有关安全技术、劳动保护的规定。

第2.0.1条 钻取芯样及芯样加工的主要设备、仪器、均应具有产品合格证。

第2.0.2条 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。

钻芯机主轴的径向跳动不应超过0.1mm，工作时噪音不应大于90dB。

第2.0.3条 钻取芯样时宜采用内径100mm或150mm的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0.3mm，钻头的径向跳动不得大于1.5mm。

第2.0.4条 锯切芯样用的锯切机，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墨片应有足够的刚度。

第2.0.5条 芯样宜采用补平装置（或研磨机）进行端面加工。补平装置除保证芯样的端面平整外，尚应保证端面与轴线垂直。

第2.0.6条 探测钢筋位置的磁感应仪，应适用于现场操作，其最大探测深度不应小于60mm，探测位置偏差不得大于±5mm。

第三章 芯样钻取

第3.0.1条 采用钻芯法检测结构混凝土强度前, 应具备下列资料;

- 一、工程名称 (或代号) 及设计、施工、建设单位名称;
- 二、结构或构件种类、外形尺寸及数量;
- 三、设计采用的混凝土强度等级;
- 四、成型日期, 原材料 (水泥品种、粗骨料粒径等) 和混凝土试块抗压强度试验报告;
- 五、结构或构件质量状况和施工过程中存在问题的记录;
- 六、有关的结构设计图和施工图等。

第3.0.2条 芯样应在结构或构件的下列部位钻取;

- 一、结构或构件受力较小的部位;
- 二、混凝土强度质量具有代表性的部位;
- 三、便于钻芯机安放与操作的部位;
- 四、避开主筋、预埋件和管线的位置, 并尽量避开其他钢筋;
- 五、用钻芯法和非破损法综合测定强度时, 应与非破损法取同一测区。

第3.0.3条 钻取的芯样数量应符合下列规定;

- 一、按单个构件检测时, 每个构件的钻芯数量不应少于 3 个; 对于较小构件, 钻芯数量可取 2 个;
- 二、对构件的局部区域进行检测时, 应由要求检测的单位提出钻芯位置及芯样数量。

第3.0.4条 钻取的芯样直径一般不宜小于骨料最大粒径的 3 倍, 在任何情况下不得小于骨料最大粒径的 2 倍。

第3.0.5条 钻芯机就位并安放平稳后, 应将钻机固定, 以便工作时不致产生位置偏移。固定的方法应根据钻机构造和施工现场的具体情况, 分别采用顶杆支撑、配重、真空吸附或膨胀螺栓等方法。

第3.0.6条 钻芯机在未安装钻头之前, 应先通电检查主轴旋转方向 (三相电动机)。当旋转方向为顺时针时, 方可安装钻头。钻芯机主轴的旋转轴线, 应调整到与被钻取芯样的混凝土表面相垂直。

第3.0.7条 钻芯机接通水源、电源后, 拨动变速钮调到所需转速。正向转动操作手柄使钻头慢慢接触混凝土表面, 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。

第3.0.8条 钻芯时用于冷却钻头和排除混凝土料屑的冷却水流量宜为 $3 \sim 5 \text{ L/min}$, 出口水温不宜超过 30°C 。

第3.0.9条 从钻孔中取出的芯样在稍微晾干后, 应标上清晰的标记。若所取芯样的高度及质量不能满足本规程第4.0.6条的要求, 则应重新钻取芯样。

芯样在运送前应仔细包装, 避免损坏。

第3.0.10条 结构或构件钻芯后所留下的孔洞应及时进行修补, 以保证其正常工作。

第3.0.11条 工作完毕后, 应及时对钻芯机和芯样加工设备进行维修保养。

确至0.1°;

四、平整度:用钢板尺或角尺紧靠在芯样端面上,一面转动钢板尺,一面用塞尺测量与芯样端面之间的缝隙。

第4.0.6条 芯样尺寸偏差及外观质量超过下列数值时,不得用作抗压强度试验。

- 一、经端面补平后的芯样高度小于 $0.95d$ (d 为芯样试件平均直径),或大于 $2.05d$ 时;
- 二、沿芯样高度任一直径与平均直径相差达2mm以上时;
- 三、芯样端面的不平整度在100mm长度内超过0.1mm时;
- 四、芯样端面与轴线的不垂直度超过2°时;
- 五、芯样有裂缝或有其他较大缺陷时。

第四章 芯样加工及技术要求

第4.0.1条 芯样抗压试件的高度和直径之比应在1~2的范围内。

第4.0.2条 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墨锯片和芯样。

第4.0.3条 芯样试件内不应含有钢筋。如不能满足此项要求,每个试件内最多只允许含有二根直径小于10mm的钢筋,且钢筋应与芯样轴线基本垂直并不得露出端面。

第4.0.4条 锯切后的芯样,当不能满足平整度及垂直度要求时,宜采用以下方法进行端面加工:

- 一、在磨平机上磨平;
- 二、用水泥砂浆(或水泥净浆)或硫磺胶泥(或硫磺)等材料在专用补平装置上补平。

水泥砂浆(或水泥净浆)补平厚度不宜大于5mm,硫磺胶泥(或硫磺)补平厚度不宜大于1.5mm。

补平层应与芯样结合牢固,以使受压时补平层与芯样的结合面不提前破坏。

芯样端面补平方法可按本规程附录二进行。

第4.0.5条 芯样在试验前应对其几何尺寸作下列测量:

- 一、平均直径:用游标卡尺测量芯样中部,在相互垂直的两个位置上,取其二次测量的算术平均值,精确至0.5mm;
- 二、芯样高度:用钢卷尺或钢板尺进行测量,精确至1mm;
- 三、垂直度:用游标量角器测量两个端面与母线的夹角,精

第五章 抗压强度试验

第5.0.1条 芯样试件的抗压试验应按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法》中对立方体试块抗压试验的规定进行。

第5.0.2条 芯样试件宜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抗压试验。如结构工作条件比较干燥，芯样试件应以自然干燥状态进行试验，如结构工作条件比较潮湿，芯样试件应以潮湿状态进行试验。

第5.0.3条 按自然干燥状态进行试验时，芯样试件在受压前应在室内自然干燥3d（天），按潮湿状态进行试验时，芯样试件应在20℃±5℃的清水中浸泡40~48h，从水中取出后应立即进行抗压试验。

第六章 芯样混凝土强度的计算

第6.0.1条 芯样试件的混凝土强度换算值系指用钻芯法测得的芯样强度，换算成相应于测试龄期的、边长为150mm的立方体试块的抗压强度值。

第6.0.2条 芯样试件的混凝土强度换算值，应按下列公式计算：

$$f_{cu}^c = \alpha \frac{4F}{\pi d^2} \quad (6.0.2)$$

式中 f_{cu}^c ——芯样试件混凝土强度换算值（MPa），精确至0.1MPa；
 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）；
 α ——不同高径比的芯样试件混凝土强度换算系数，应按表6.0.2选用。

芯样试件混凝土强度换算系数 表6.0.2

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
系数 (α)	1.00	1.04	1.07	1.10	1.15	1.15	1.17	1.19	1.21	1.22	1.24

第6.0.3条 高度和直径均为100mm或150mm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。

第6.0.4条 单个构件或单个构件的局部区域，可取芯样试件混凝土强度换算值中的最小值作为其代表值。

第6.0.5条 检测工作完成后，应按本规程附录一填写试验报告。

附录一 试验报告中应记载的内容

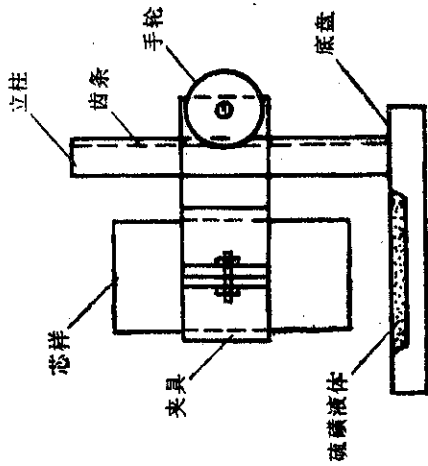
- 一、工程名称或代号
- 二、工程概况
 1. 结构或构件质量情况;
 2. 混凝土成型日期及其组成;
 3. 粗骨料品种及粒径。
- 三、芯样的钻取、加工及试验
 1. 钻芯构件名称及编号;
 2. 钻芯位置及方向;
 3. 抗压试验日期及混凝土龄期;
 4. 芯样试件的平均直径和高度 (端面处理后);
 5. 端面补平材料及加工方法;
 6. 芯样外观质量 (裂缝、接缝、分层、气孔、杂物及离析等) 描述;
 7. 含有钢筋的数量、直径和位置;
 8. 芯样试件抗压时的含水状态;
 9. 芯样破坏时的最大压力、芯样抗压强度、混凝土换算强度及构件或结构某部位的混凝土换算强度代表值;
 10. 芯样试件的破坏形式及破坏时的异常现象;
 11. 其他。

附录二 芯样端面补平方法

芯样端面的补平可参考以下方法进行;

一、硫磺胶泥 (或硫磺) 补平

1. 补平前先将芯样端面污染物清除干净, 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 (附图 2.1)。



附图 2.1 硫磺胶泥补平示意图

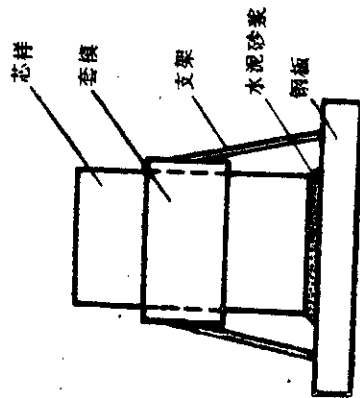
2. 在补平器底盘上涂薄层矿物油或其他脱模剂, 以防硫磺胶泥与底盘粘结。
3. 将硫磺胶泥置放于容器中加热溶化。待硫磺胶泥溶液由黄色变成棕色时 (约 150°C), 倒入补平器底盘中。然后, 转动手轮使芯样下移并与底盘接触。待硫磺胶泥凝固后, 反向转动手轮, 把芯样提起, 打开夹具取出芯样。然后, 按上述步骤补平该芯样的另一端面。

补平器底盘内的机械加工表面平整度，要求每长100mm不超过0.05mm。

本法一般适用于自然干燥状态下抗压试验的芯样试件补平。

二、水泥砂浆（或水泥净浆）补平

1. 补平前先将芯样端面污染物清除干净，然后将端面用水湿润。
2. 在平整度为每长100mm不超过0.05mm的钢板上涂一层矿物油或其他脱模剂。然后，倒上适量水泥砂浆摊成薄层，稍用力将芯样压入水泥砂浆之中，并保持芯样与钢板垂直。待两小时后，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，方能进行抗压试验，见附图2.2。



附图2.2 水泥砂浆（或水泥净浆）补平示意图

本法一般适用于潮湿状态下抗压试验的芯样试件补平。

附录三 本规程用词说明

一、为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样作不可的，正面用词采用“**必**”；反面用词采用“**严禁**”。
2. 表示严格、在正常情况下均应这样作的：正面用词采用“**应**”；反面用词采用“**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作的，正面用词采用“**宜**”或“**可**”；反面用词采用“**不宜**”。

二、条文中指定应按其他有关标准、规范执行时。写法为“应符合……的规定”。非必须按所指定的标准、规范或其他规定执行时，写法为“可参照……”。

附加说明

本规程参编单位和主要起草人名单

主编单位：

中国建筑科学研究院

参编单位：

中国建筑第四工程局科学研究所

四川省建筑科学研究所

国家建材总局人工晶体研究所

主要起草人：

王安坤 吴新璇 邱平 周育铨 晏文钊 谢玉明

中国工程建设标准化委员会标准

钻芯法检测混凝土强度

技术规程

CECS 03:88

条文说明

目 录

第一章 总 则

第一章 总 则.....	(91)
第二章 主要设备.....	(93)
第三章 芯样钻取.....	(95)
第四章 芯样加工及技术要求.....	(99)
第五章 抗压强度试验.....	(104)
第六章 芯样混凝土强度的计算.....	(106)
附录一 试验报告中应记载的内容.....	(100)
附录二 芯样端面补平方法.....	(110)

第1.0.1条 本条所指的普通混凝土,系指国家标准《钢筋混凝土施工及验收规范》(GBJ204—83)中,第4.1.1条所规定的干容重为 $1900\sim 2500\text{kg/m}^3$ 的混凝土。至于允许取样的混凝土结构或构件,这里系指素混凝土结构和钢筋混凝土结构。对于预应力混凝土结构,考虑到结构的安全问题,一般不允许钻取芯样。

第1.0.2条 利用钻芯法检测混凝土强度,是一种直观准确的方法,其使用的原则是:

1. 对于正常施工情况,混凝土结构必须按《钢筋混凝土施工及验收规范》的要求,制作混凝土立方体试块进行强度评定和验收,不许用钻芯法完全代替立方体试块。

对试块的抗压结果有怀疑,这里有两种情况,其一是试块强度很高而结构混凝土质量很差,其二是试块强度不足而结构质量较好。

2. 因一些特殊原因发生了混凝土质量事故,为了检测其强度可采用钻芯法。

3. 采用回弹、超声等非破损方法检测混凝土强度时,其测试前题是混凝土的内外质量基本一致。内外质量不一致的混凝土测试时会产生较大误差,因此在《回弹法评定混凝土抗压强度技术规程》(JGJ23—85)中第1.0.8条规定:对于测试部位表层与内部的质量有明显差异;遭受化学腐蚀或火灾;硬化期间遭受冻伤的混凝土等等都是不能测试的,而这些混凝土均可采用钻芯法检测其强度。

4. 对于与非破损测强曲线技术条件差异较大的,或使用多

年的老混凝土等,为了保证测试结果的准确性,可在非破损测试结果的基础上,用钻取的芯样强度校核非破损测试强度。这样即避免了大量钻取芯样,又提高了非破损测试精度,充分发挥了各自的特长。

第1.0.3条 混凝土强度过低,钻芯过程中容易破坏砂浆与粗骨料之间的粘结力,影响检测结果的准确性。据中国建筑科学研究院试验,当混凝土强度低于 10N/mm^2 时,钻出的芯样表面变得比较粗糙,有时甚至很难取出完整芯样。因此对于强度等级小于C10的混凝土或虽强度等级较高,但龄期较短的混凝土,一般不能钻取芯样,以保证检测结果的准确性。

第1.0.4条 芯样的钻取及加工质量直接影响到抗压结果的准确性,所以必须由操作熟练人员完成。

目前使用较多的GZ—1120型钻芯机,其工作电压为380伏,在钻芯工作中因需通水冷却钻头,有时操作人员只能在泥水中操作,这时应特别注意防止触电事故,除设备需接地外,操作人员应穿戴必要的防电绝缘用品。

第二章 主要设备

第2.0.1条 钻芯机、锯切机等主要设备的技术性能,直接影响到芯样的质量,因此每台设备均应具有产品合格证。

第2.0.2条 目前国内生产的GZ—1120型、JXZ—33—1型和HZQ—100型等钻芯机已基本满足钻芯工作的需要。但是,也有一些单位采用岩石钻机和地质钻头进行混凝土的取芯工作。因钻机振动较大钻头胎体厚,取出的芯样表面粗糙不平。这种芯样对抗压强度有多大影响,目前还没有系统试验数据加以说明,因此暂不宜采用。

第2.0.3条 为了保证芯样质量,除采用符合要求的钻芯机外,还应采用符合现行国家专业标准《人造金刚石薄壁钻头》ZB400—85)要求的钻头进行取样。如钻头胎体有裂缝、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。

第2.0.4条 为了把长芯样加工成符合试验要求的芯样试件,宜采用锯切办法。锯切机按锯切方式可分两种类型,一种是锯片固定工作台移动;另一种是工作台固定锯片移动。但无论采用哪种型式的锯切机,芯样必须采用夹紧装置固定。有些小型锯切机没有夹紧装置,只用手扶芯样切割,这很难保证锯切质量。此外,锯切用的锯片,也应采用人造金刚石圆锯片。

第2.0.5条 芯样试件进行抗压试验时,对端面平整度及垂直度的要求是很高的。为此,可采用研磨或补平方法解决。目前研磨设备(岩石研磨机)已有定型产品,而补平装置一般都是各单位自制的,为了保证芯样的补平效果,即满足端面平整度及垂直度的要求,因此提出了这些原则性要求。

条2.0.6条 本条提出了对磁感仪的技术要求。

目前国内生产的一种HBV-84A型混凝土保护层厚度测定仪(磁感仪),可以比较准确地测定距混凝土表面5~80mm范围的钢筋及其金属预埋件的位置,测试误差为 $\pm 3\text{ mm}$,可基本满足取芯工作的需要。

第三章 芯样钻取

第3.0.1条 在钻芯之前,必须全面了解与结构混凝土质量有关的情况,以便为钻芯工作和准确换算芯样强度创造有利条件,本条提出了需要了解的一些主要内容。

第3.0.2条 钻芯法属局部破损检测法,因此在选择钻芯位置时应尽量选择在结构受力较小的部位,尤其对于正在工作中的结构更应特别注意,尽量避免对结构安全工作造成影响。

在混凝土构件中,由于受到施工、养护或位置的影响,其各部分的强度并不是均匀一致的,因此在选择钻芯位置时应考虑这些因素,以使取芯位置的混凝土强度具有代表性。一般应先行非破损测试,然后根据检测目的确定钻芯位置。

为了使芯样强度与非破损强度相对应,以便建立相应的修正系数,取芯位置应选择非破损检测区内。

另外,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,而且也给修复工作带来困难。因此在取芯前,应根据结构图并借助磁感仪等查明这些物品的位置。

第3.0.3条 关于取芯数量本条考虑了两种不同情况:

第一种情况为单个构件检测。当构件体积或截面尺寸较大时,取芯数量不少于3个,取芯位置应尽量分散以减少对结构强度的影响;对于较小构件进行取芯时,芯样数量可取2个。

第二种情况为局部区域检测。局部区域一般是指构件上的一部分。由于这一部分的质量情况、截面尺寸、性能要求,在不同工程 and 不同构件上情况各不相同,一般质量检验部门并不十分清楚,因此需由要求检测的单位提出钻芯位置、进钻深度和柱芯

样数量。

另外，对于大型基础和大面积墙壁式构件，可以根据结构特点，按均匀取样原则划分若干个局部区域进行检测。

第3.0.4条 美、日、英等国家和国际取芯法标准，都规定取芯的芯样直径为混凝土骨料最大粒径的3倍，在特殊情况下不少于2倍。这个规定与我国对立方体试块和粗骨料最大粒径关系的规定是相吻合的。在建筑工程中的梁、柱、板等现浇混凝土构件中，使用的粗骨料最大粒径一般为32mm或40mm，这样采用内径为100mm或150mm的钻头就可满足这一要求。

第3.0.5条 在钻芯过程中，如钻芯机固定不稳，则钻机就容易发生晃动和位移，这不仅影响钻芯机和钻头的使用寿命，而且很容易发生卡钻或芯样折断事故，因此在钻取芯样之前，应根据钻芯机的构造和施工现场具体情况，使钻芯机牢固固定。由于钻机的构造不同，固定的方法也不一样，如GZ—1120型钻机是用顶杆支撑固定，TXZ—33—1型钻机用配重固定，有些小型钻机可采用膨胀螺栓或真空吸附等方法固定。

第3.0.6条 钻芯机主轴都是按顺时针方向旋转，以保证连接头与胀卡牢固连接。以三相电动机作为动力源的钻机，在三相中某一相接法的改变都会改变主轴的旋转方向，因此在没有安装钻头之前，应先通电检查主轴旋转方向是否正确。如与所标方向相反时，则应将电源进行调相处理。如果先安钻头后通电试验，一旦方向相反则主轴与连接头变成退扣旋转，容易把钻头甩掉而造成事故。

进钻时，钻头应与被钻混凝土表面保持垂直，以便使钻头四周受力均匀，顺利进钻。

据英国及山西省建研所的试验，取芯方向对芯样强度有一定影响，当进钻方向与混凝土成型方向垂直时，比与成型方向平行时取出的芯样强度要低一些。本规程的数据均是进钻方向与混凝土成型方向垂直时建立的，为了避免这一影响因素，因此在取芯

时如有可能应尽量使钻头进钻方向与混凝土成型方向相垂直。

第3.0.7条 开钻前，钻芯机应接好水源、电源，然后把变速钮调到所需的转速。钻机一般都分慢速和快速两种转速。如GZ—1120型钻机主轴转速有950转/分和440转/分。进钻时为了减少钻头摆动，使钻头与混凝土表面有良好稳定的接触，一般先采用慢速，尤其在打横钻时更应如此。进钻时应使钻头慢慢地接近混凝土表面，当钻头入槽稳定后，再调到快速适当加压进钻。在进钻过程中如发现钻机振动较大或回水中有银白色小钢屑出现，这表明钻头已在切削钢筋或其它金属物，此时应适当减少钻杆压力，直到钢筋被切断为止，或者退出钻头另选进钻位置。

进钻到预定深度后，不能立即停电停水，这样钻孔中的混凝土碎屑很难完全排出，容易发生卡钻现象，这时应在继续通电通水情况下，反向转动操纵手柄，将钻头提升到接近混凝土表面后再停电停水，这样操作比较稳妥可靠。

第3.0.8条 钻芯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。在高温下会使金钢石钻头烧损，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。当回水温度超过30℃时，水量可适当加大。深孔取芯时如发现供水正常而没有回水，说明混凝土已漏水，应立即停钻，以免烧损钻头。

第3.0.9条 对混凝土楼板、墙板等较薄尺寸构件取芯时，一般都钻透取芯。对于较厚构件，当钻头钻到所需深度时即可停钻，然后用一个和钻头弧度相同的带梢钢钎插入缝隙中，用小锤敲击钢钎端部芯样就会从底部剪断。用夹钳或钢丝活套从钻孔中把芯样取出。

将芯样取出并稍凉干后，应标上芯样的编号，并应记录取芯构件名称、取芯位置、芯样长度及外观质量等，必要时应拍摄照片。如发现不符合制作芯样试件的条件，应另行钻取。芯样在搬运之前应采用草袋或水泥袋等材料仔细包装，以免碰坏。

取芯现场的全部记录应与芯样抗压记录一起存档。

第3.0.10条 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。根据中建四局科研所的试验,采用树脂类或微膨胀水泥类的细骨料混凝土(比原设计标号提高一个强度等级)修补效果较好。

第3.0.11条 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、胀卡等另部件,仔细擦法污物水迹,并应在齿条、导轨等处涂油防锈。

第四章 芯样加工及技术要求

第4.0.1条 美、日、苏、澳等国在取芯规程中规定,用直径150mm、长度为300mm的圆柱体作为标准试件。但是,也有些国家如民主德国等是采用长度与直径均为100mm的圆柱体作为标准试件。在英国标准中,允许芯样的高径比在1~2的范围内,但认为最佳高径比在1~1.2之间。

以立方体为标准试件的国家,在进行强度计算时,需要将标准圆柱体试件强度换算成标准尺寸的立方体试块强度。根据国内外的一些试验证明,高度和直径均为100mm的芯样与边长为150mm立方体试块的强度是比较接近的。由于房屋建筑构件的截面尺寸都比较小,钻取小芯样无论从结构的安全性及经济性来说都比较合适,因此宜采用直径和高度均为100mm的芯样试件。

芯样的高度对抗压强度有较大影响,为此必须限制在一定范围内,关于允许采用高径比为1~2的芯样是参考国外标准制定的。

第4.0.2条 从结构混凝土中取出的芯样往往是长短不齐的,此时宜采用锯切机把芯样锯切成一定长度。锯切前一定要将芯样固定,并使芯样的轴线与金刚石圆锯片相垂直。锯切时的线速度以40~45m/s为宜。锯切过程中为了保证冷却充分,冷却水要注入到锯切面上,此时应把水咀调整到合适的位置。

第4.0.3条 国外许多规程规定,不允许存在与芯样受压面垂直的钢筋,但对于平行于受压面的钢筋各国的规定很不一致。

民主德国标准中规定,对于直径100mm的芯样,允许有1根直径在14mm及以内的钢筋。英国标准认为芯样中含有钢筋会降低抗压强度,并根据钢筋直径和钢筋在芯样中的位置列出了计算

混凝土强度修正系数的公式。在美国标准中提到,含有钢筋的芯样比不含钢筋的芯样得出的或高或低的抗压强度值。苏联、澳大利亚及国际标准草案都谈到要尽量避开钢筋,当无法避开时,允许有垂直于芯样轴线的钢筋,但对于直径及数量没有明确规定。

中国建筑科学研究院在工程检测中曾钻取到带钢筋的芯样多个，钢筋直径为6~12mm。有I级光圆钢筋和II级螺纹钢，钢筋数量从1根至4根。抗压试验发现，有螺纹钢的芯样会提高强度。有光圆钢筋的芯样当钢筋与混凝土的粘结力遭到破坏时会降低强度，而其中大部分芯样在强度方面与无钢筋芯样相比无明显差异。

冶金部建筑研究院对含有钢筋的芯样(直径6~8mm、数量1~2根)和不含钢筋的芯样进行了对比试验,从平均强度看含钢筋的芯样比不含钢筋的芯样强度值稍高一点。

从以上可以看出,钢筋的存在对芯样强度的影响是一个复杂的问题,因此在芯样中应尽量避免存在钢筋,在取芯过程中由于很难完全避免存在钢筋,因此根据国内的试验资料,对钢筋的直径、数量及方位提出了一些限制。

第4.0.4条 芯样在锯切过程中,由于受到振动、夹持不紧、偏斜等因素的影响,芯样端面的平整度及垂直度有时不能满足试验要求,此时需采用专用机具进行磨平或补平处理。

根据中国建研院和广西区建研所等单位的试验,采用磨平法、水泥砂浆、水泥净浆或硫磺胶泥(或硫磺)补平均可满足试验要求,从统计的强度值、标准差及变异系数看都十分接近。见表4.0.4。

据广西建研所试验,补平厚度对芯样抗压强度有一定影响,补平层愈厚则强度愈低。当硫磺胶泥(或硫磺)的厚度为7~8 mm时,比厚度为0.5~1.5 mm的强度低9.2%左右。同样,用水泥浆修补较厚时,在养护期间易产生一些小裂纹,也会降低抗压强度,故其补平厚度不宜大于5 mm。

100

1.0.4

不同端面补平方法比较表

试验单位	芯样数量 (个)	芯样尺寸 (直径) × (长度) (mm)	端面状态	平均强度 (Mpa)	标准差 (Mpa)	变异系数 (%)
中国建筑科学研究院	9	75×112.5	锯切面	21.7	5.1	23.2
	9	75×112.5	磨平面	36.3	4.1	11.3
	9	75×112.5	硫磺胶泥补平	36.0	3.0	8.3
广西区建筑科学研究所	9	100×100	锯切面	10.3	1.6	16.1
	9	100×100	磨平面	13.0	1.6	12.3
	9	100×100	水泥净浆补平	14.7	1.5	10.5
	9	100×100	硫磺胶泥补平	14.9	1.7	11.1
冶金部建筑研究院	9	100×100	磨平面	39.9	1.3	3.3
总医院	9	100×100	水泥净浆补平	40.6	2.9	7.1

第4.0.5条 钻芯过程中，由于受到钻机振动、钻头偏摆等因素的影响，芯样的直径在各个方向并不十分均匀，故只能用平均直径表示。

关于平均直径的测量精度问题，在各国家标准中也各不相同。如日本和美国标准规定为0.25mm，民主德国标准规定为0.1mm，国际标准为1mm。对于直径为100mm的芯样，当直径测量精度为0.5mm，其截面积误差为0.89%。为了使截面误差限制在1%以内，故规定平均直径精度为0.5mm。

由于芯样长度对抗压强度的影响与截面相比要小，故精度放宽到1mm。

芯样端面与轴线的垂直度可用游标量角器进行测量。测量时将游标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，一个端面测完后另再测另一端面，见图4.5-a。

在测定平整度时，将钢板尺立起横放在芯样端面上（如图4.5-b）然后慢慢旋转360°，用塞尺测量其最大间隙。

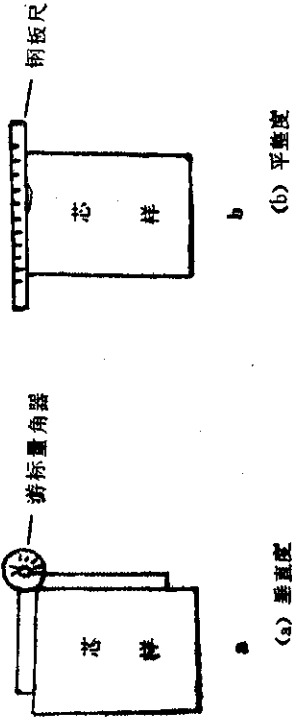


图4.0.5 平整度及垂直度的测量方法

第4.0.6条 不同高径比的芯样试件换算成标准高径比芯样试件强度时，需乘以相应地修正系数。国内外的试验大部分是针对高径比1.0~2.0的芯样进行的，超过这个长度较多时会影响试

验结果的准确性，故芯样高径比低于0.95或大于2.05时不能用作抗压强度试验。

芯样端面的平整度对抗压强度影响很大。美国、苏联规定平整度在0.05mm以内，英国为0.06mm。据根中国建研院、广西区建研所对磨平法、水泥净浆补平和硫磺胶泥补平芯样的测试表明，端面平整度要控制在0.05mm范围内是比较困难的，对于不平整达0.1mm的芯样抗压试验证明，对芯样抗压强度无明显影响。

关于芯样端面与垂直轴线的偏差。美国、日本规定为5°，澳大利亚规定为3°，国际标准为2°。根据中国建筑科学研究院对偏离轴线在2°以内的芯样试验证明（带球座的压力机），对抗压强度没有明显影响，凡是采用补平器补平的芯样，其端面轴线偏差一般都不超过2°。

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，不能作为抗压试验用的试件。

工作,甚至常年不接触水,如内墙板、梁、柱等等。但也有一部
分混凝土构件是在潮湿状态下工作,如地基基础、桩,等等。因
此芯样试件的抗压状态应根据构件实际工作条件的含水量程度而决
定。

第5.0.3条 芯样在钻取、锯切或端面补平后的养护过程中,
芯样都是比较潮湿的,需自然干燥一段时间才能进行抗压试验。
澳大利亚规定,在湿度为 $50\pm 10\%$ 温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的空气中
放置7天。在我国因恒温恒湿试验室少,很难做到这一点,因此为了
取得一个统一的标准,要求芯样在室内自然干燥3天后
进行抗压试验。

关于潮湿状态试验时浸泡水的温度,日本规定 $20^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ 、
美国规定为 $23^{\circ}\text{C}\pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 、国际标准为 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 和 $25^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$
(气候炎热国家)。据认为,这样的温度控制范围还是较严的,
实际上除非水温过高或过低对混凝土强度有影响外,一般影响很
小,可以将温度范围适当放宽,故规定为 $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。关于芯
样的浸泡时间是参考国外标准制定的。在这样长的浸泡时间内,
芯样试件中的含水量已经完全饱和。

第五章 抗压强度试验

第5.0.1 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,与立方体试块是一样的,应按现行国家标准
《普通混凝土力学性能试验方法》(GBJ81—85)中的立方体试块
抗压试验方法进行。

第5.0.2条 芯样试件的含水量对抗压强度有一定影响,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,而强度等级低的混凝土降低较多。据国内一些单位试验,泡
水之后的芯样比自然干燥芯样强度下降 $7\sim 22.1\%$,平均下降 14
 $\%$ 左右,见表5.0.2。

含水量对芯样强度的影响 表5.0.2

单 位	$\frac{f_{\dots}(\text{干})-f_{\dots}(\text{湿})}{f_{\dots}(\text{干})}\times 100\%$
中国建筑科学研究院	19.6
广西区建筑科学研究所	22.1
中建四局科学研究所	13.0
北京市建筑工程研究所	12.5
冶金部建筑研究院	7.0
山西省建筑科学研究所	8.0~12.0

在国外,为了在抗压试验时统一试件湿度,如英国、日本、
澳大利亚以及国际标准规定,芯样试件抗压前需在一定温度的清
水中浸泡 $40\sim 48\text{h}$ 。但在英国、日本、民主德国等国家规程以及
美国钢筋混凝土设计规范中也规定了有些试件可以根据结构的实
际情况不经浸泡而在自然干燥状态下试压。

在建筑工程中有很大一部分混凝土构件是在自然干燥状态下

相同而直径分别为100mm和150mm的芯样试件，其抗压强度十分接近可不必修正。

关于高径比为0.95和2.05的芯样可以采用高径比1.0和2.0芯样相对应的换算系数。

第六章 芯样混凝土强度的计算

第6.0.1条 本规程所指的强度换算值，不等于在施工现场取样、成型、与构件同条件养护试块的抗压强度，也不等于标准养护28天试块抗压强度值。它只代表构件混凝土的芯样试件，在测试龄期的抗压结果转换成边长为150mm立方体试块的实际强度值。

据国外的一些试验结果，由于受到施工、养护等条件的影响，结构混凝土强度，一般仅为标准强度的75~80%左右，国际标准草案为75~85%。据中国建筑科学研究院结构所对试验用墙板的取芯试验证明，龄期28天的芯样试件强度换算值也仅为标准强度的86%，为同条件养护试块的88%。

第6.0.2条 在《钢筋混凝土施工及验收规范》(GBJ204-83)中，是以边长为150mm立方体试块的强度作为混凝土强度验收与评定的标准，因此芯样强度必须转换成立方体试块的强度。由于尺寸效应的影响，这种转换包括两部分内容：

一、非标准尺寸(直径、高径比)芯样强度换算成标准尺寸芯样强度；

二、标准尺寸芯样强度换算成标准尺寸立方体试块强度。

在公式6.0.2中已包含这两个因素的转换。由于标准芯样强度转换成标准尺寸立方体强度所取的换算系数为1(见6.0.3条)因此在公式6.0.2中只有不同高径比换算系数 α 。关于 α 的取值是根据国内各单位的试验结果的平均值，然后按公式 $y = (ax + b)^{-1/x}$ 计算而得出的(其中 $a = 0.61749$ 、 $b = 0.37967$ 、相关系数 $r = 0.997$)。

参考国外标准，并根据中国建筑科学研究院的试验，高径比

不同高径比芯样试件强度换算系数 表6.0.2

单 位	芯 样 直 径 (mm)	混 凝 土 强 度 等 级	系 数		
			1:1	1.5:1	2.0:1
中国建筑科学研究院	100	C10~C30	1	1.15	1.22
冶金部建筑研究总院	100	C15~C25	1	1.16	1.22
	100	C25~C35	1	1.10	1.15
	100	C35~C45	1	1.04	1.09
北京市建筑工程研究所	100		1	1.30	1.37
山西省建筑科学研究所	100	C30	1	1.16	1.28
	100	C20	1	1.13	1.25
四川省建筑科学研究所	100		1	1.25	1.27
平 均 值			1	1.16	1.23
水工混凝土试验规程 SD10.-82			1	1.15	1.20
美国A.S.T.M C42 -77			1	1.10	1.15
英国BS1881-1983			1	1.15	1.25
日本JISA1107			1	1.08	1.12
苏联ГОСТ10180-74			1.04	1.11	1.17

第6.0.3条 据国内外的一些试验证明，高度与直径均为100mm或150mm的芯样强度值与同条件的边长为150mm立方体试块的强度值是非常接近的。从表6.0.3中国国内各单位的试验结果可以看出，立方体试块强度 f_{cu} 与芯样试件强度 f_{cor} 之比的平均值为1.03。从结构的安全考虑和为了计算上的方便，本规程将高径比为1的芯样试件强度值，直接作边长为150mm立方体试块的换算强度。

立方体试块强度与芯样试件强度的比值 表6.0.3

单 位	试 件 数 量 (个)	芯 样 (直径) > (长度) (mm)	强 度 比 值 (f _{cu} /f _{cor})	注
中国建筑科学研究院	100	100×100	1.06	取芯方向与混凝土成型方向垂直
山西省建筑科学研究所	30	"	1.02	
北京市建筑工程研究所	—	"	1.03	
广西区建筑科学研究所	18	"	1.02	
中建四局科学研究所	—	"	1.05	
冶金部建筑研究院	102	"	1.01	取芯方向与混凝土成型方向垂直
平 均 值			1.03	
苏联ГОСТ10180-74		100×100	1.04	
英国BS1881 Part120 1983		"	1.00	
国际标准 ISO/DIS 7034		"	1.00	

第6.04条 在混凝土结构的受力过程中，一般都是从最薄弱区域首先破坏，为了结构的安全工作起见，对于单个构件或单个构件的局部区域，应取其几个芯样换算强度中的最小值作为该构件的强度代表值。

第6.0.5条 钻芯检测混凝土强度报告是存档的技术文件，应按附录一记载的内容认真填写，文字不能表达清楚的内容可采用绘图或照片表示。

附录一 试验报告中应记载的内容

本附录介绍了填写试验报告的一些主要内容，根据工程检测的实际情况，可对没有包含的内容另行增填。

附录二 芯样端面补平方法

本附录介绍的补平装置和补平方法可参考采用。