

CECS 69 : 94

中国工程建设标准化协会标准

后装拔出法检测混凝土强度 技术规程

TECHNICAL SPECIFICATION FOR INSPECTION OF
CONCRETE STRENGTH BY PULL-OUT
POST-INSERT METHOD

中国建筑资讯网
www.sincos.com

中国工程建设标准化协会标准

后装拔出法检测混凝土强度
技术规程

CECS 69 : 94

主别单位：哈 尔 滨 建 筑 大 学

批准部门：中国工程建设标准化协会

批准日期：1 9 9 4 年 1 2 月 2 2 日

前 言

后装拔出法是在硬化混凝土上钻孔、磨槽、安装锚固件后用拔出仪做拔出试验，根据测定的抗拔力检测混凝土抗压强度的微破损方法，它具有测试结果可靠，适用范围广等特点。本规程作者在参照国外标准及总结国内实践经验的基础上，结合国情制定了这本用圆环式或三点式拔出仪检测混凝土抗压强度的技术规程。

现批准《后装拔出法检测混凝土强度技术规程》CECS 69 : 94 为中国工程建设标准化协会标准，推荐给各有关单位检测混凝土强度时使用。在使用过程中，请将意见及有关资料寄交北京市北三环东路 30 号中国建筑科学研究院中国工程建设标准化协会混凝土结构委员会（邮政编码：100013），以便修订时参考。

中国工程建设标准化协会
1994 年 12 月 22 日

中国建筑资讯网
www.china-arch.com

目 次

1	总 则	(1)
2	主要符号	(3)
3	拔出试验装置	(4)
3.1	技术要求	(4)
3.2	拔出仪	(5)
3.3	钻孔机	(6)
3.4	磨槽机	(6)
3.5	锚固件	(6)
4	拔出试验	(7)
4.1	一般规定	(7)
4.2	钻孔与磨槽	(8)
4.3	拔出试验	(9)
5	混凝土强度换算及推定	(10)
5.1	混凝土强度换算	(10)
5.2	单个构件的混凝土强度推定	(10)
5.3	批抽检构件的混凝土强度推定	(11)
附录 A	建立测强曲线的基本要求	(13)
附录 B	本规程用词说明	(15)
附加说明		(16)

1 总 则

1.0.1 为检测结构混凝土强度，正确评价混凝土质量，统一后装拔出法的试验方法，特制定本规程。

1.0.2 后装拔出法检测混凝土强度，系指在已硬化的混凝土表面钻孔、磨槽、嵌入锚固件并安装拔出仪进行拔出试验，测定极限拔出力，根据预先建立的拔出力与混凝土强度之间的相关关系检测混凝土强度。被检测混凝土的强度不应低于 **10.0MPa**。

1.0.3 本规程适用于结构工程中的混凝土抗压强度的检测。

混凝土强度的检测与评定应按现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》及《混凝土强度检验评定标准》执行。当对结构或构件的混凝土强度有怀疑时，或旧结构混凝土强度需要检测时，可按本规程进行检测，检测结果可作为评价混凝土质量的一个主要依据。

1.0.4 检测部位混凝土表层与内部质量应一致。当混凝土表层与内部质量有明显差异时，应将薄弱表层清除干净后方可进行检测。

1.0.5 按本规程检测所得的混凝土强度换算值 f_{cu}^e 相当于被测结构或构件测试部位在所处条件及龄期下，边长为 **150mm** 立方体试块的抗压强度值。

混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$ 相当于强度换算值总体分布中保证率不低于 **95%** 的强度值。

1.0.6 应用拔出法前，应通过专门试验建立测强曲线（见附录 A），并需经工程质量主管部门审定。测强曲线允许相对标准差不大于 **12%**。

1.0.7 从事拔出法检测、拔出仪标定和维修人员，均应经过主管部门认可的单位专门培训与考核，并持有培训单位颁发的合格

证书。

1.0.8 用后装拔出法检测混凝土强度，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

中国建筑资讯网
www.sinoaec.com

2 主要符号

序号	代号	涵 义
2.0.1	h	锚固件的锚固深度
2.0.2	h_1	钻孔深度
2.0.3	d_1	钻孔直径
2.0.4	d_2	胀簧锚固台阶外径
2.0.5	d_3	反力支承内径
2.0.6	b	胀簧锚固台阶宽度
2.0.7	c	环形槽深度
2.0.8	F	拔出力
2.0.9	f_{cu}^c	混凝土强度换算值
2.0.10	$f_{cu,e}$	混凝土强度推定值
2.0.11	$S_{f_{cu}^c}$	批抽检构件混凝土强度换算值的标准差
2.0.12	$m_{f_{cu}^c}$	批抽检构件混凝土强度换算值的平均值
2.0.13	$f_{cu,min}^c$	批抽检每个构件混凝土强度换算值中的最小值
2.0.14	$m_{f_{cu,min}^c}$	批抽检每个构件混凝土强度换算值中最小值的平均值
2.0.15	n	批抽检构件的测点总数或芯样试件数
2.0.16	m	批抽检的构件数
2.0.17	f_{cor}	芯样试件抗压强度值
2.0.18	η	修正系数
2.0.19	e_r	相对标准差

3 拔出试验装置

3.1 技术要求

3.1.1 拔出试验装置由钻孔机、磨槽机、锚固件及拔出仪等组成。

3.1.2 钻孔机、磨槽机、锚固件及拔出仪必须具有制造工厂的产品合格证，拔出仪的计量仪表必须具有法定计量单位的检定合格证。

3.1.3 拔出试验装置可采用圆环式或三点式。

3.1.3-1 圆环式拔出试验装置的反力支承内径 $d_3=55\text{mm}$ ，锚固件的锚固深度 $h=25\text{mm}$ ，钻孔直径 $d_1=18\text{mm}$ （见图 3.1.3-1）。

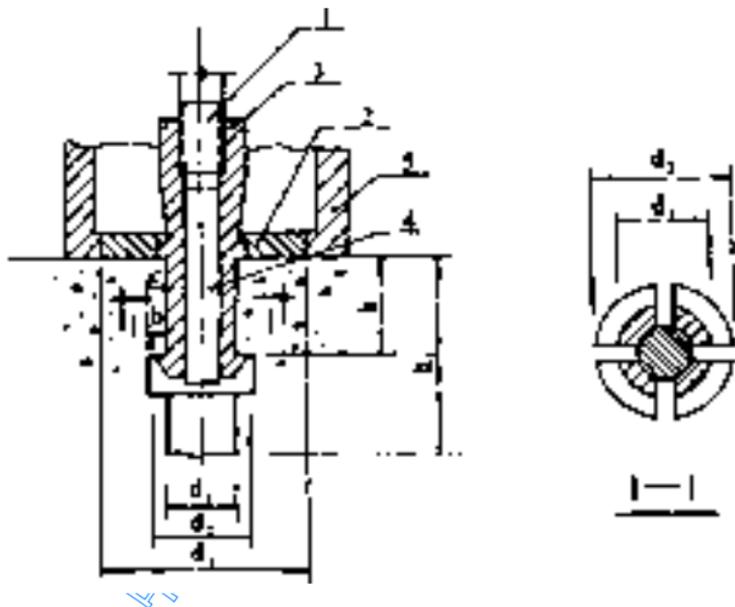


图 3.1.3.1 圆环式拔出试验装置示意图

1——拉杆；2——对中圆盘；3——胀簧；4——胀杆；5——反力支承

3.1.3.2 三点式拔出试验装置的反力支承内径 $d_3=120\text{mm}$ ，锚固件的锚固深度 $h=35\text{mm}$ ，钻孔直径 $d_1=22\text{mm}$ （见图 3.1.3-2）。

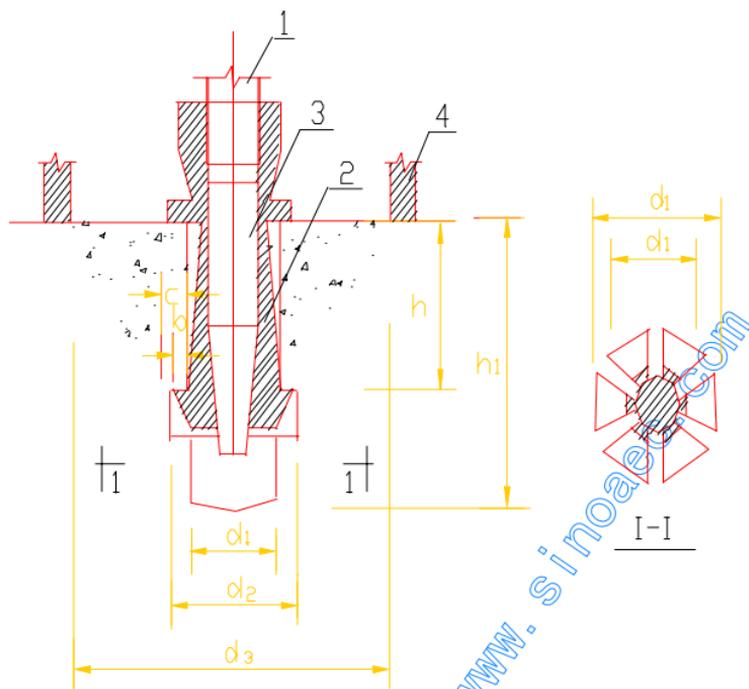


图 3.1.3-2 三点式拔出试验装置示意图

1——拉杆；2——胀簧；3——胀杆；4——反力支承

3.1.4 圆环式及三点式拔出试验装置的适用范围：

(1) 圆环式拔出试验装置，宜用于粗骨料最大粒径不大于 40mm 的混凝土；

(2) 三点式拔出试验装置，宜用于粗骨料最大粒径不大于 60mm 的混凝土。

3.2 拔出仪

3.2.1 拔出仪由加荷装置、测力装置及反力支承三部分组成。

3.2.2 拔出仪应具备以下技术性能：

- (1) 额定拔出力大于测试范围内的最大拔出力；
- (2) 工作行程对于圆环式拔出试验装置不小于 4mm；对于三点式拔出试验装置不小于 6mm；
- (3) 允许示值误差为 $\pm 2\%F.S.$ ；
- (4) 测力装置宜具有峰值保持功能。

3.2.3 拔出仪应每年至少标定一次。如遇下列情况之一时，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。

3.3 钻孔机

3.3.1 钻孔机可采用金刚石薄壁空心钻或冲击电锤。金刚石薄壁空心钻应带有冷却水装置。

3.3.2 钻孔机宜带有控制垂直度及深度的装置。

3.4 磨槽机

3.4.1 磨槽机由电钻、金刚石磨头、定位圆盘及冷却水装置组成。

3.5 锚固件

3.5.1 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 3.1.3—1 或图 3.1.3—2。

4 拔出试验

4.1 一般规定

4.1.1 试验前应具备下列有关资料：

- (1) 工程名称及设计、施工、建设单位名称；
- (2) 结构或构件名称、设计图纸及图纸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) 混凝土浇筑和养护情况以及混凝土的龄期；
- (5) 结构或构件存在的质量问题等。

4.1.2 拔出试验前，对钻孔机、磨槽机、拔出仪的工作状态是否正常及钻头、磨头、锚固件的规格、尺寸是否满足成孔尺寸要求，均应检查。

4.1.3 结构或构件的混凝土强度可按单个构件检测或同批构件按批抽样检测。

4.1.4 符合下列条件的构件可作为同批构件：

- (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) 构件种类相同；
- (4) 构件所处环境相同。

4.1.5 测点布置应符合下列规定：

(1) 按单个构件检测时，应在构件上均匀布置 3 个测点。当 3 个拔出力中的最大拔出力和最小拔出力与中间值之差均小于中间值的 15% 时，仅布置 3 个测点即可；当最大拔出力或最小拔出力与中间值之差大于中间值的 15%（包括两者均大于中间值的

15%) 时,应在最小拔出力测点附近再加测 2 个测点;

(2) 当同批构件按批抽样检测时,抽检数量应不少于同批构件总数的 30%,且不少于 10 件,每个构件不应少于 3 个测点;

(3) 测点宜布置在构件混凝土成型的侧面,如不能满足这一要求时,可布置在混凝土成型的表面或底面;

(4) 在构件的受力较大及薄弱部位应布置测点,相邻两测点的间距不应小于 $10h$,测点距构件边缘不应小于 $4h$;

(5) 测点应避开接缝、蜂窝、麻面部位和混凝土表层的钢筋、预埋件。

4.1.6 测试面应平整、清洁、干燥,对饰面层、浮浆等应予清除,必要时进行磨平处理。

4.1.7 结构或构件的测点应标有编号,并应描绘测点布置的示意图。

4.2 钻孔与磨槽

4.2.1 在钻孔过程中,钻头应始终与混凝土表面保持垂直,垂直度偏差不应大于 3° 。

4.2.2 在混凝土孔壁磨环形槽时,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。

4.2.3 成孔尺寸应满足下列要求:

(1) 钻孔直径 d_1 应比 3.1.3 条的规定值大 0.1mm ,且不宜大于 1.0mm ;

(2) 钻孔深度 h_1 应比锚固深度 h 深 $20\sim 30\text{mm}$;

(3) 锚固深度 h 应符合 3.1.3 条规定,允许误差为 $\pm 0.8\text{mm}$;

(4) 环形槽深度 c 应为 $3.6\sim 4.5\text{mm}$ 。

4.3 拔出试验

- 4.3.1** 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,保证锚固可靠。
- 4.3.2** 拔出仪与锚固件用拉杆连接对中,并与混凝土表面垂直。
- 4.3.3** 施加拔出力应连续均匀,其速度控制在 $0.5\sim 1.0\text{kN/s}$ 。
- 4.3.4** 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 0.1kN 。
- 4.3.5** 对结构或构件进行检测时,应采取有效措施防止拔出仪及机具脱落摔坏或伤人。
- 4.3.6** 当拔出试验出现异常时,应作详细记录,并将该值舍去,在其附近补测一个测点。
- 4.3.7** 拔出试验后,应对拔出试验造成的混凝土破损部位进行修补。

5 混凝土强度换算及推定

5.1 混凝土强度换算

5.1.1 混凝土强度换算值应按下式计算：

$$f_{cu}^c = A \cdot F + B \quad (5.1.1)$$

式中 f_{cu}^c ——混凝土强度换算值 (MPa)，精确至 0.1MPa；
 F ——拔出力 (kN)，精确至 0.1kN；
 A 、 B ——测强公式回归系数。

5.1.2 当被测结构所用混凝土的材料与制定测强曲线所用材料有较大差异时，可在被测结构上钻取混凝土芯样，根据芯样强度对混凝土强度换算值进行修正。芯样数量应不少于 3 个，在每个钻取芯样附近做 3 个测点的拔出试验，取 3 个拔出力的平均值代入 5.1.1 式计算每个芯样对应的混凝土强度换算值。修正系数可按下式计算：

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_{cor,i} / f_{cu,i}^c) \quad (5.1.2)$$

式中 η ——修正系数，精确至 0.01；
 $f_{cor,i}$ ——第 i 个混凝土芯样试件抗压强度值，精确至 0.1MPa；
 $f_{cu,i}^c$ ——对应于第 i 个混凝土芯样试件的 3 个拔出力平均值的混凝土强度换算值 (MPa)，精确至 0.1MPa；
 n ——芯样试件数。

5.2 单个构件的混凝土强度推定

5.2.1 单个构件的拔出力计算值，应按下列规定取值：

(1) 当构件 3 个拔出力中的最大和最小拔出力与中间值之差

均小于中间值的 15% 时，取最小值作为该构件拔出力计算值；

(2) 当按 4.1.5 (1) 条加测时，加测的 2 个拔出力值和最小拔出力值一起取平均值，再与前一次的拔出力中间值比较，取小值作为该构件拔出力计算值。

5.2.2 将单个构件的拔出力计算值代入 5.1.1 式计算强度换算值(或用 5.1.2 式得到的修正系数 η 乘以强度换算值)作为单个构件混凝土强度推定值 $f_{cu,e}$ 。

$$f_{cu,e} = f_{cu}^c \quad (5.2.2)$$

5.3 批抽检构件的混凝土强度推定

5.3.1 将同批构件抽样检测的每个拔出力代入 5.1.1 式计算强度换算值(或用 5.1.2 式得到的修正系数 η 乘以强度换算值)。

5.3.2 混凝土强度的推定值 $f_{cu,e}$ 按下列公式计算：

$$f_{cu,e1} = m_{f_{cu}^c} - 1.645S_{f_{cu}^c} \quad (5.3.2-1)$$

$$f_{cu,e2} = m_{f_{cu}^c, \min} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_{cu, \min, j}^c \quad (5.3.2-2)$$

式中 $m_{f_{cu}^c}$ ——批抽检构件混凝土强度换算值的平均值 (MPa)，精确至 0.1MPa，按下式计算：

$$m_{f_{cu}^c} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cu, i}^c$$

式中 $f_{cu, i}^c$ ——第 i 个测点混凝土强度换算值；

$S_{f_{cu}^c}$ ——批抽检构件混凝土强度换算值的标准差 (MPa)，精确至 0.1MPa，按下式计算：

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

$m_{f_{cu}^c, \min}$ ——批抽检每个构件混凝土强度换算值中最小值的平均值 (MPa)，精确至 0.1MPa；

$f_{cu, \min, j}^c$ ——第 j 个构件混凝土强度换算值中的最小值

(MPa)，精确至 0.1MPa；

n ——批抽检构件的测点总数；

m ——批抽检的构件数。

取 5.3.2—1、5.3.2—2 式中的较大值作为该批构件的混凝土强度推定值。

5.3.3 对于按批抽样检测的构件，当全部测点的强度标准差出现下列情况时，则该批构件应全部按单个构件检测：

(1) 当混凝土强度换算值的平均值小于或等于 25MPa 时， $S_{f_{cu}^c} > 4.5\text{MPa}$ ；

(2) 当混凝土强度换算值的平均值大于 25MPa 时， $S_{f_{cu}^c} > 5.5\text{MPa}$ 。

附录 A 建立测强曲线的基本要求

A. 0. 1 拔出试验装置应符合本规程的有关规定。

A. 0. 2 混凝土所用水泥应符合现行国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》和《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》的规定；混凝土所用的砂、石应符合行业标准《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》和《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》的规定。

A. 0. 3 建立测强曲线试验用混凝土，不宜少于 6 个强度等级，每一强度等级混凝土不应少于 6 组，每组由 1 个至少可布置 3 个测点的拔出试件和相应的 3 个立方体试块组成。

A. 0. 4 每组拔出试件和立方体试块，应采用同盘混凝土，在同一振动台上同时振捣成型，同条件自然养护。

A. 0. 5 拔出试验应按下列规定进行：

(1) 拔出试验的测点应布置在试件混凝土成型侧面；

(2) 在每一拔出试件上，应进行不少于 3 个测点的拔出试验，取平均值为该试件的拔出力计算值 F (kN)，精确至 0. 1kN。

(3) 3 个立方体试块的抗压强度代表值，应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》确定。

A. 0. 6 测强曲线应按下述步骤进行计算：

A. 0. 6. 1 将每组试件的拔出力计算值及立方体试块的抗压强度代表值汇总，按最小二乘法原理进行回归分析。

A. 0. 6. 2 推荐采用的回归方程式如下：

$$f_{cu}^c = A \cdot F + B \quad (\text{A. 0. 6—1})$$

式中 f_{cu}^c ——混凝土强度换算值 (MPa)，精确至 0. 1MPa；

F ——拔出力 (kN)，精确至 0. 1kN；

A、B——测强公式回归系数。

A. 0. 6. 3 回归方程的相对标准差 e_r 可按下式计算：

$$e_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [f_{cu,i}/f_{cu,i}^c - 1]^2}{n-1}} \times 100\% \quad (\text{A. 0. 6-2})$$

式中 e_r ——相对标准差；

$f_{cu,i}$ ——第 i 组立方体试块抗压强度代表值 (MPa)，精确至 0. 1MPa；

$f_{cu,i}^c$ ——由第 i 个拔出试件的拔出力计算值 F_i 按 A. 0. 6-1 式计算的强度换算值 (MPa)，精确至 0. 1MPa；

n ——建立回归方程式的试块 (试件) 组数。

A. 0. 7 经上述计算，如回归方程式的相对标准差符合 1. 0. 6 的规定时，可报请当地主管部门审定后实施。

A. 0. 8 测强曲线的使用，仅限于在建立回归方程所试验的混凝土强度范围内，不得外推。

附录 B 本规程用词说明

B.0.1 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”或“可”，反面词采用“不宜”。

B.0.2 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”。

附加说明

本标准主编单位、参加单位和 主要起草人名单

主编单位：哈尔滨建筑大学

参加单位：中国建筑科学研究院建筑结构研究所
铁道部铁道科学研究院铁道建筑研究所
北京市建筑工程研究院
北京中建建筑设计院

主要起草人：金英俊 张仁瑜 吴淑华 王怀彬
陈圣奎 原长庆

中国建筑资讯网

www.sinoaec.com