

福建省工程建设地方标准

**基桩钻芯法检测技术规程**

Specification for Drilled Core Testing of Piles

DBJ13—28—1999

主编单位：福建省建筑设计研究院

参加单位：福建省建筑科学研究院

福州市建筑工程质量监督站

厦门市建筑科学研究所

批准部门：福建省建设委员会

实行日期：2000年1月1日

1999年 福州

# 1 总 则

- 1. 0. 1 为了统一福建地区基桩钻芯法检测技术标准，使钻芯法更好地用于桩基工程检测，做到技术先进，经济合理，安全可靠和确保质量，特制定本规程。
- 1. 0. 2 本规程适用于检测各类大直径现浇混凝土桩的桩长、桩身混凝土强度、完整性、桩底沉渣厚度和桩端持力层性状以评定基汪质量。
- 1. 0. 3 检测桩径不宜小于 800mm，检测基桩混凝土强度等级不宜低于 C15。
- 1. 0. 4 钻芯机具的操作及芯样加工应由有资质的检测单位和持证上岗的工作人员完成，并应遵守国家有关安全技术、劳动保护的规定。
- 1. 0. 5 基桩钻芯法检测除应符合本规程外，尚应符合国家现行有于技术标准、规范的规定。

## 2 术语、符号

### 2.0.1 基桩钻芯法

采用金刚石岩芯钻探技术和施工工艺，对桩基工程中的基桩，钻取混凝土芯样及桩端岩土芯样，用以评定桩身混凝土强度、完整性、桩底沉渣或虚土厚度和桩端持力层性状的检测方法。

### 2.0.2 芯样质量指标

在某一基桩中，用钻孔连续采取的芯样中，大于 10cm 的混凝土芯样段长度之和与基桩中钻探混凝土总进尺的比值。以百分数表示。

### 2.0.3 芯样采取率

钻孔中取得的混凝土芯样长度与钻探混凝土总进尺的比值。以百分数表示。

### 2.0.4 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

$f_{cu}^c$ —— 芯样试件混凝土抗压强度

$m_{f_{cu}}$ —— 芯样试件混凝土抗压强度平均值

$S_{f_{cu}}$ —— 芯样试件混凝土抗压强度标准差

$f_{cu,min}$ —— 芯样试件混凝土抗压强度最小值

$f_{cu,k}$ —— 设计混凝土抗压强度标准值

$f_{cu}$ —— 桩身混凝土抗压强度代表值

$\beta$ —— 芯样试件混凝土抗压强度经验折减系数

$\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ ——混凝土强度合格判定系数

$A$ —— 桩身截面面积

$Q_u$ —— 单桩竖向极限承载力

### 3 一般规定

3.0.1 钻芯法检测基桩质量前，工程建设等委托单位应提供下列资料

1. 工程名称及设计、施工、建设单位名称；
2. 基桩类型、桩号、桩径、桩长、桩顶埋深、检测数量及总桩数；
3. 设计桩顶标高和施工成孔桩底标高；
4. 设计混凝土强度等级、桩端持力层性状和单桩竖向极限承载力标准值；
5. 成桩日期、施工记录和混凝土试块抗压强度试验报告；
6. 工程地质勘察报告、桩基设计大样图和桩基布置平面位置图等。

3.0.2 钻芯孔位应由桩基施工单位会同监理单位(或桩基施工见证人)根据施工实况准确标示基桩钻芯孔号及桩的中心位置。

3.0.3 钻芯时，桩身混凝土龄期应达到 28 天。

3.0.4 钻芯后，钻芯孔应及时采用水泥砂浆或水泥净浆填补；当桩身有空洞、夹泥及严重离析等缺陷，或沉渣、持力层未能满足要求，则应封存，留待处理。

3.0.5 采用本规程钻芯法检测时，检测桩的数量按工程总桩数的 2% 且不应少于 3 根，当工程总桩数在 50 根以内时，钻芯检测不应少于 2 根。检测桩号应由设计、质监及监理(建设)方有关人员考虑施工质量等因素后共同商定。

3.0.6 钻芯法检测中如发现桩身完整性、混凝土强度、桩底沉渣或虚土厚度或持力层性状不能满足设计及规范要求时，应选择相同施工条件的同类型桩按不满足要求的桩数加倍复检。

3.0.7 当桩径小于 1600mm 时，钻芯位置宜选择在桩中心，当桩径大等于 1600mm 时，检测孔不宜少于 2 个，钻芯孔位应避开钢筋，并均匀分布。

3.0.8 钻取的混凝土芯样直径不宜小于 100mm，在任何情况下，不得小于骨料最大粒径的两倍。

## 4 主要设备

4.0.1 必须选用振动小、调速范围广、扭矩大，液压操纵的高速钻机，钻进机具设备参数的钻机应符合下列要求：

1. 钻机应配用压力不低于 20kN
2. 转速应选用 350—700r / min;
3. 应选用冲洗液 50—160L / min 的泥浆泵，
4. 钻机立轴的径向跳动不应超过 0.1mm。

4.0.2 应采用金钢石钻探工艺，宜选用粒度、浓度、胎体硬度适合施工要求的金钢石钻头。

4.0.3 取芯工具宜采用单动性能好，各部件同心度符合要术，管材无伤裂的单动双管钻具，并配以扩孔器、卡簧和常规钻具。

4.0.4 锯切芯样采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圆锯片应有足够的刚度。

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

4.0.6 压力机应满足以下要求：

1. 压力机应能连续加载而不发生冲击，并具有足够的吨位，保证试验在总吨位的 20—80%之间进行；
2. 压力机的承载板，必须具有足够的刚度，球座灵活轻便，板面必须平整光滑；
3. 承压板的直径应不小于试样直径，且不宜大于试样直径的两倍；
4. 压力机的校正和检验，应符合有关计量标准的规定。

## 5 芯样钻取

5.0.1 钻机设备安装必须水平、周正、稳固，钻机立轴、天轮中心与孔口应在同一条中心线上。

5.0.2 钻芯时应经常对钻机立轴进行校正，及时纠正立轴偏差，保证钻芯孔垂直度偏差 $\leq 0.5\%$ ，孔深误差 $\leq 1\%$ ，混凝土采取率 $\geq 98\%$ ，持力层岩芯按检测要求而定

5.0.3 取出的芯样要自上而下按顺序编号排列，不得颠倒、丢失、更换，芯样上应写明孔号、回次数、起至深度、回收数、总块数、块号，并在取样试验前及时拍摄芯样全长照片。取出的混凝土芯样应由见证人验收，建设单位保存，保存期限视工程情况而定。

5.0.4 原始报表应填写及时、准确、真实、齐全，并由钻机班组长签字。项目负责人应在现场检查、校对、编录芯样，对混凝土的胶结性状，骨料大小及均匀性，芯样上的气孔、蜂窝、夹泥、断桩、离析等缺陷，沉渣或虚土厚度，以及桩端持力层性状作详细的记录。

5.0.5 每回次进尺不宜太长，一般控制在1.5—2.0米。回次终了必须用卡簧卡取砼芯样。提钻卸取芯样时，应拧卸钻头和扩孔器，严禁敲打卸芯。

5.0.6 钻芯钻至接近桩底时，为检测桩底沉渣或虚土厚度，应采用减压、慢速钻进，若遇钻具突降，应即停钻、停泵，及时丈量机上余尺，准确记录孔深及有关情况，并全力取出沉渣或虚土。

5.0.7 钻芯钻入桩底以下持力层深度不应小于1.0米，并取出持力层岩土芯样。

## 6 芯样抗压强度试验

6.0.1 混凝土抗压试验芯样应从检测桩上、中、下三段随机连续选取三组，每组三块，试件芯样不应少于 9 块。当桩长大于 30 米时，宜适当增加试验组数，选取的试件均应具有代表性。

6.0.2 抗压芯样试件的高度和直径之比宜为 1，且芯样试件内不应含有钢筋，芯样试样加工按附录 A 中的有关规定进行。

6.0.3 芯样试件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：

1. 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  $1.05d$ ;
2. 沿芯样高度任一直径与平均直径相差达 2mm 以上;
3. 芯样端面的不平整度在 100mm 长度内超过 0.1mm;
4. 芯样端面与轴线的不垂直度超过  $2^\circ$  ;
5. 芯样有裂缝或有其它较大缺陷。

6.0.4 芯样试件的抗压强度试验应按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法》GBJ81—85 中立方体试块抗压试验的有关规定进行。

6.0.5 芯样试件应在  $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  清水中浸泡 40—48h，从水中取出后立即进行抗压试验。

6.0.6 芯样试件的混凝土抗压强度应按下列公式计算。

$$f_{\text{cu}}^{\text{c}} = \frac{4F}{\pi d^2}$$

式中： $f_{\text{cu}}^{\text{c}}$ ——芯样试件混凝土抗压强度 (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)

## 7 混凝土芯样抗压强度评定

7.0.1 混凝土芯样试件抗压强度参照《混凝土强度检验评定标准》(GBJ107—87)中混凝土试块的有关规定进行评定。

7.0.2 当试件个数不少于 10 个时,应按统计方法评定,其强度应同时满足下列公式要求:

$$m_{f_{cu}} - \lambda_1 S_{f_{cu}} \geq 0.9 \beta f_{cu,k} \quad (7.0.2-1)$$

$$f_{cu,min} \geq \beta \lambda_2 f_{cu,k} \quad (7.0.2-2)$$

7.0.3 当试件个数少于 10 个时,按非统计方法评定,其强度应同时满足下列公式要求:

$$m_{f_{cu}} \geq 1.15 \beta f_{cu,k} \quad (7.0.3-1)$$

$$f_{cu,min} \geq 0.95 \beta f_{cu,k} \quad (7.0.3-2)$$

以上公式中:

$m_{f_{cu}}$ ——芯样试件混凝土抗压强度平均值(N/mm<sup>2</sup>)

$S_{f_{cu}}$ ——芯样试件混凝土抗压强度标准差(N/mm<sup>2</sup>)。当  $S_{f_{cu}}$  的计算值小于

0.06 $f_{cu,k}$ 时,取 0.06 $f_{cu,k}$

$f_{cu,min}$ ——芯样试件混凝土抗压强度最小值(N/mm<sup>2</sup>)

$f_{cu,k}$ ——设计混凝土抗压强度标准值(N/mm<sup>2</sup>)

$\beta$ ——芯样试件混凝土抗压强度经验折减系数为 0.88

$\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ ——混凝土强度合格判定系数,按表 7.0.3 取用

混凝土强度合格判定系数 表 7.0.3

试件个数	10—14	15—24	>25
$\lambda_1$	1.70	1.65	1.60
$\lambda_2$	0.90	0.85	

7.0.4 当基桩芯样混凝土抗压强度经评定未达到混凝土设计强度等级要求时,可按本规程附录 C 的有关方法进行基桩承载力验算,供设计处理时使用。



## 8 检测结果质量评定

- 8.0.1 钻芯法检测质量评定，应单桩进行。从桩长、桩身完整性、混凝土抗压强度、桩底沉渣或虚土厚度和桩端持力层性状以及存在问题等进行综合评定。评定标准按附录 B 的有关规定执行。
- 8.0.2 桩身完整性，应从桩身混凝土芯样质量指标、芯样气孔、蜂窝的大小和分布范围、混凝土离析程度、桩身夹泥、断桩情况和严重程度，进行描述评定。
- 8.0.3 桩身混凝土强度，应按混凝土芯样试件抗压强度试验结果，混凝土芯样表面平整光滑程度、混凝土胶结状态、混凝土搅拌和骨料分布均匀程度进行描述评定。
- 8.0.4 桩底沉渣或虚土应按沉渣虚土厚度、沉渣或虚土的状态进行描述评定。
- 8.0.5 桩端持力层，应从持力层的埋深、持力层的性状进行描述评定。
- 8.0.6 检测单位应根据上述要求，对所检测的基桩质量是否合格，做出科学、合理的结论。

## 附录 A 混凝土芯样加工及技术要求

A. 0. 1 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圆锯片和芯样。

A. 0. 2 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. 614mm。

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。

A. 0. 3 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，精确到 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。

附录 B 钻芯法检测结果分类标准

基桩质量评定表

类别	评定标准	桩身完整性	混凝土强度	桩底沉渣	持力层性状
优良		芯样完整，表面平整光滑、小气孔、小蜂窝分布占芯样总长度≤5%，芯样质量指标≥95%，桩身完整。	混凝土胶结好，芯样试验抗压强度≥设计值。	桩底无沉渣或虚土，嵌固好。	符合设计选用的桩端持力层。
合格		芯样表面平整，局部混凝土搅拌不均、芯样稍破碎或芯样含砂量偏多、局部出现轻微离析等仅占芯样总长度≤10%，芯样质量指标≥85%，桩身基本完整。	混凝土胶结较好，芯样试验抗压强度满足设计强度要求。	桩底沉渣或虚土厚度满足设计或规范要求。	同上
不合格		破离析严重，或出现夹泥、断桩等，芯样破碎，芯样质量指标<85%，桩身明显缺陷或严重缺陷桩。	芯样试验抗压强度达不到设计要求。	桩底沉渣或虚土不满足规范或设计要求。	桩长未达到设计持力层。

注：评定标准中只要其中一项属不合格者，即为不合格桩。

## 附录 C 基桩混凝土芯样抗压强度承载力验算

C. 0. 1 根据《钻芯法检测混凝土强度技术规程》(CECS03—88)和《建筑桩基技术规范》(JGJ94—94)的有关规定进行验算。

C. 0. 2 考虑基桩的受力特性,可取基桩若干芯样强度中的最小值( $f_{cu,min}$ )作为该桩的混凝土强度代表值( $f_{cu}$ )。当强度代表值未达到混凝土设计强度等级要求时,可按下式验算该基桩极限承载力,供设计处理时使用。

$$0.76 f_{cu} A = Q_u \dots\dots\dots (C. 0. 2)$$

C. 0. 3 当采用统计方法评定混凝土强度为不合格者,可按 C. 0. 3—1 和 C. 0. 3—2 公式计算出最小值作为混凝土强度代表值并按 C. 0. 3—3 式验算该基桩极限承载力,供设计处理时使用。

$$m_{f_{cu}} - \lambda_1 S_{f_{cu}} = 0.9 \beta f_{cu} \dots\dots\dots (C. 0. 3—1)$$

$$f_{cu,min} = \beta \lambda_2 f_{cu} \dots\dots\dots (C. 0. 3—2)$$

$$f_{cu} A = Q_u \dots\dots\dots (C. 0. 3—3)$$

C. 0. 4 当采用非统计方法评定混凝土强度为不合格者,可按 C. 0. 4—1 和 C. 0. 4—2 公式计算出最小值为混凝土强度代表值并按 C. 0. 4—3 式验算该基桩极限承载力,供设计处理时使用。

$$m_{f_{cu}} = 1.15 \beta f_{cu} \dots\dots\dots (C. 0. 4—1)$$

$$f_{cu,min} = 0.95 \beta f_{cu} \dots\dots\dots (C. 0. 4—2)$$

$$f_{cu} A = Q_u \dots\dots\dots (C. 0. 4—3)$$

以上公式中:

$f_{cu}$ ——芯样试件混凝土抗压强度代表值(N/mm<sup>2</sup>)

A——基桩设计横截面积(mm<sup>2</sup>)

$Q_u$ ——单桩竖向极限承载力(kN)

## 附录 D 检测报告的基本要求

D. 0. 1 检测报告的内容应包括下列几个方面：

D. 0. 1. 1 概况

1. 工程名称及地理位置
2. 桩型和桩强度设计等级
3. 桩径、桩长
4. 桩端持力层
5. 检测数量
6. 检测单位
7. 检测日期

附表：完成工作量情况

D. 0. 1. 2 检测目的和芯样抗压试验要求

D. 0. 1. 3 钻芯取芯设备及工艺

D. 0. 1. 4 钻孔取芯检测结果（按单桩进行）

1. 取芯工作情况
2. 设计标高以下桩身混凝土芯样外观质量描述
3. 混凝土芯样抗压强度

D. 0. 1. 5 检测结果质量评述

1. 桩的完整性
2. 桩身混凝土抗压强度及承载力验算
3. 桩的嵌固状况与桩底沉渣或虚土
4. 桩端持力层性状
5. 结论

D. 0. 1. 6 存在问题

D. 0. 2 检测报告应附以下资料：

1. 钻芯钻孔柱状图
2. 能反映桩身混凝土质量特征的芯样全长照片及相应说明
3. 混凝土芯样抗压强度试验报告

4. 钻芯验桩孔深度未达到桩底前，已偏出工程桩，应提供钻芯验桩钻孔的垂直度报告

5. 基桩钻芯检测委托书